INTERNET DAS COISAS E SUSTENTABILIDADE

PROPOSTAS TECNOLÓGICAS

ORGANIZADORES

VITOR BREMGARTNER DA FROTA
DANIEL NASCIMENTO-E-SILVA

Editora Poisson

Vitor Bremgartner da Frota
Daniel Nascimento-e-Silva
(Organizadores)

Internet das Coisas e Sustentabilidade
Propostas Tecnológicas

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2024

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
MSc. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
MSc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I61
Internet das Coisas e Sustentabilidade: Propostas Tecnológicas/ **O**rganizadores: Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva – Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2024

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-364-5
DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Internet das Coisas 2. Tecnologia. 3. Sustentabilidade I. FROTA, Vitor Bremgartner da II. NASCIMENTO-E-SILVA, Daniel III. Título

CDD-600

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br
Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadores

Vitor Bremgartner da Frota

Doutorado e Mestrado em Informática na área de Inteligência Artificial Aplicada à Educação pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no Instituto de Computação, com conceito Capes 6. Graduação em Engenharia da Computação. Professor de Informática no Instituto Federal do Amazonas (IFAM). Tem experiência na área de Robótica Industrial, Robótica Educacional, Cultura Maker, Metodologias Ativas de Ensino, Sistemas Multiagente, Desenvolvimento de Software, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, entre outros Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) do IFAM, pesquisador do Polo de Inovação do IFAM (INOVA) e membro da Rede Maker: O Aprender Fazendo da Rede Federal.

Daniel Nascimento-e-Silva

Graduado em Administração pela Universidade Federal do Pará (1990), mestre em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (1995), doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) e pós-doutorado em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (2019). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em gestão de organizações amazônicas, atuando principalmente nos seguintes temas: administração pública, estratégias organizacionais, administração estratégica, planejamento estratégico e alianças estratégicas; e na área de Educação, desenvolvendo estudos sobre aprendizagem, mecanismos cerebrais e os fundamentos de uma nova educação planetária.

À empresa *Flex Importação, Exportação, Indústria e Comércio Ltda* pelo incentivo e parceria.

Ao *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas campus Manaus Distrito Industrial* por potencializar as práticas ambientais;

A Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa, Extensão e Interiorização do IFAM (FAEPI) e

A todos os *alunos* que ajudaram a tecer esse texto num gesto de dedicação e responsabilidade para com seu processo formativo.

Prefácio

A história recente das preocupações com o meio ambiente pode ser dividida em três partes. A primeira teve origem com o Relatório Brundtland, que apontou uma série de perspectivas desastrosas para o nosso futuro comum. Ali havia dois culpados pelas relações desastrosas dos seres humanos com o meio ambiente: o primeiro era a pobreza dos chamados países do terceiro mundo, que eram todos aqueles considerados ricos naquela época, com exceção dos países comunistas e socialistas, que representavam mais da metade da população do planeta, mas as suas tragédias socioeconômicas não eram computadas, que eram o segundo mundo; e o segundo era consumismo dos países ricos, também chamados de primeiro mundo. Em síntese, o mundo capitalista era o responsáveis pelas agressões ambientais. Essa visão pessimista e denunciadora ainda continua, mas em menor escala, dadas as desacreditações a que foram alvos inúmeras vezes. Talvez a grande contribuição dessa primeira etapa tenha sido a criação do termo "sustentabilidade", ainda que extremamente restrita e limitada.

A segunda parte é composta por estudos científicos e suas diferentes interpretações sobre a sustentabilidade e as questões ambientais. Aqui vieram grandes e profundas explicações sobre o que efetivamente se passa com o meio ambiente, como isso acontece e por que isso tem acontecido. Tão importante quanto a explicação aprofundada e ampliada foi a sinalização das possibilidades de reversão das agressões ambientais. Em síntese, o bicho não era tão feio quanto a visão denunciadora anunciava. Isso não quer dizer, contudo, que a visão científica tenha sido mais importante que a primeira. Cada qual cumpriu o seu papel na história, devendo o julgamento de se de forma adequada ou não ficar fora da esfera científica, por diversas razões, especialmente devido ao fato de que não há método capaz de sinalizar proposições qualificadoras, subjetivas, na ciência. Contudo, à medida que a ciência amplia seu campo explicativo, mais e mais se percebe a necessidade de uma mentalidade diferente, ao mesmo tempo panorâmica (para ver o todo) e específica (para ver o papel da parte na geração do todo). A razão disso é que a visão ambiental é interconectada, mas só passível de compreensão efetiva e consequente pela mente com alguma habilidade matemática profunda.

A terceira etapa é a que se vive hoje. É onde se enquadra cada um dos estudos contidos nesta obra. Esses estudos mostram que pouco valem as denúncias e que os estudos científicos só se mostram efetivos quando voltados para a solução do problema. Se a tecnologia tem sido uma das causas dos problemas, como dizem alguns estudos supostamente científicos, é ela mesma a ferramenta que se pode e deve utilizar para reverter todas as situações problemáticas. Todas. A razão disso é que tecnologia é inteligência aplicada na construção de artefatos capazes de suprir necessidades. E as necessidades ambientais são aquelas que visam à manutenção das vidas, presentes e futuras. A internet das coisas se situa justamente nesse contexto e nesse desafio. É possível o reaproveitamento de todos os materiais considerados lixos, a substituição completa da geração de energias poluentes por não poluentes e a eliminação para níveis toleráveis dos gases poluentes, por exemplo. Mas pensar só por esse prisma não garante a sustentabilidade.

A garantia da manutenção da vida não pode comprometer a existência da própria vida por outros prismas. A sustentabilidade não é sinônima de não uso dos recursos naturais. Isso não seria sustentável para a vida. É preciso utilizar os recursos, mas levando em consideração aspectos econômicos, financeiros e sociais, por exemplo. Sem a perspectiva panorâmica, nacional ou regional, por exemplo, das produções e demandas não é possível a garantia da sustentabilidade. É preciso calcular o tamanho da demanda e das produções com os recursos ambientais para que haja o suprimento dessas necessidades ampliadas. Mas as sustentabilidades ambientais e econômicas, sozinhas, não garantem a sustentabilidade da vida. É preciso a garantia financeira, que diz respeito ao fluxo de entrada e saída de dinheiro de cada unidade familiar, de cada empresa, de cada cidade, estado e país. É preciso que essas entidades não tenham prejuízo financeiro, é preciso equilíbrio, é preciso sustentação.

Engana-se quem acha que sustentabilidade econômico-financeira e ambiental garantem a vida. É preciso que haja sustentabilidade social. É preciso que a mentalidade das pessoas que compõem as sociedades sejam saudáveis e estejam em sintonia com o meio ambiente, suas limitações e possibilidades. A sustentabilidade vai além, adentrando os meandros da honestidade das relações entre as pessoas porque as pessoas também fazem parte do patrimônio biótico ambiental, assim como é fundamental que os governos corruptos e insanamente apegados ao poder sejam reduzidos ou eliminados. A sustentabilidade social é composta de uma multiplicidade de fatores, dimensões e categorias analíticas que perpassam a saúde dos corpos físicos, psíquicos e mentais dos indivíduos e as sociedaes que criam e destroem.

E ainda há diversas outras sustentabilidades que precisam ser consideradas, muitas delas ainda em processo de descoberta. Por isso é perigoso que se raciocine apenas sob a perspectiva das plantas ou dos animais selvagens ou dos rios ou dos ares. É muito importante, é verdade, que se conheça cada um deles especificamente, mas essa profundidade só ganha sentido em relação ao outro. A sustentabilidade é sempre relacional, o que implica em admitir que há sempre algo no outro lado da gangorra da vida. As tecnologias que têm incoporado a internet das coisas são o retrato mais visível dessa nova mentalidade, dessa nova realidade. É na construção da solução dos problemas ambientais e na conquista efetiva da sustentabilidade que cada estudo contido nesta obra se destina.

Manaus, Amazonas, dezembro de 2023.
Os organizadores

SUMÁRIO

Capítulo 1: Sistema de monitoramento (temperatura, umidade e peso) em meliponário no Campus Zona Leste do IFAM..... 10

Adriana Barreiros de Andrade, Marcia de Souza Alves, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.01

Capítulo 2: Sistema de irrigação automatizado de plantas: uma proposta integrada à internet das coisas 15

Adriana Maria de C. Monteiro, David Bruce Miranda, Luciana Karla Pará Lima, Vitor Bremgartner da Frotao, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.02

Capítulo 3: Sistema de monitoramento pluviométrico por meio da integração IOT e SIG 21

Bruno Cardoso Braga de Almeida, Juliana de Souza Soares, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.03

Capítulo 4: Sistema de monitoramento da qualidade da água usando internet das coisas 28

Raissa Moura dos Santos, Cristiane da Silva Soares, Fabrícia Ferreira Neves, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.04

Capítulo 5: Sensor de monitoramento de umidade do solo com arduino 37

Edilani Viana Oliveira, Liane Wailla Leite Jardim Pimenta, Vanessa Oliveira de Souza, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.05

Capítulo 6: Sistema casa inteligente: aplicação de Smart Grid..... 46

Francisco Freires dos Santos Junior, Valéria Christina Araújo Monteiro, Vanessa do Nascimento Damasceno, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.06

Capítulo 7: Viabilidade do uso de IOT para Educação Ambiental: a área de estudo da app do Igarapé da Vovó 53

Gerson Vilaça dos Santos, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Plataforma didática de monitoramento meteorológico com cultura *maker* para medição de gás carbônico 58

Ivan Roca Florido, Sarosh Silva Nascimento, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.08

Capítulo 9: Monitoramento individualizado via celular de geração de energia elétrica para produção de hidrogênio verde em usina solar fotovoltaica 66

Jefferson Amadeu Ferreira, Beth Luna Monteiro Moreira, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.09

Capítulo 10: Proposta de uso de internet das coisas para solucionar a questão de lixo eletrônico em Manaus - Amazonas 71

Leonan Valente Martins, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.10

Capítulo 11: Desenvolvimento de um aplicativo móvel para inibir as lixeiras de coleta seletiva de resíduos sólidos viciadas na cidade de Manaus 76

Jessica Albuquerque Sampaio, Gilmara Eva Nogueira dos Santos, Natalia Queiroz Monteiro, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.11

Capítulo 12: Proposta de rastreador solar monitorado a distância: aplicações didáticas experimentais no Ensino Médio 86

Daniellen Cristina dos Reis Barbosa Carbajal, Kamila Dessimoni Victória, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.12

Capítulo 13: *Software* como contribuição para a conscientização do Bioma Amazônico 89

Mariana Silva da Cunha, Jhiemelle Amanda da Silva Rocha, Vitor Bremgartner da Frota, Daniel Nascimento-e-Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-364-5.CAP.13

Capítulo 1

Sistema de monitoramento (temperatura, umidade e peso) em meliponário no Campus Zona Leste do IFAM

Adriana Barreiros de Andrade[1]
Marcia de Souza Alves[2]
Vitor Bremgartner da Frota[3]
Daniel Nascimento-e-Silva[4]

Resumo: A importância das abelhas para manutenção da biodiversidade, é resultado da ação de polinização exercida por elas, além disso a importância social por ser uma fonte de renda para diversas populações, através da produção de mel e própolis. Porém estas espécies têm sido ameaçadas por diversas atividades praticadas pelo homem. Para contornar este cenário, as técnicas de criação de abelhas vêm se apresentando como uma boa estratégia para reprodução destas espécies, de forma a minimizar esses impactos. O uso de tecnologias relacionadas ao Meio Ambiente vem ganhando espaço notório em diversos campos, principalmente no setor agrário, em que a aplicação desse uso se faz presente para o desenvolvimento de culturas em escala industrial. Este trabalho consiste no desenvolvimento de uma proposta de sistema de monitoramento, baseado na utilização da Internet of Things - IoT, aplicado em de colméias de abelhas nativas existentes no Campus IFAM zona leste localizado na cidade de Manaus, estado do Amazonas.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

A criação de abelhas sem ferrão, a chamada meliponicultura, vem sendo empregada como fonte de renda em várias partes do Brasil, principalmente pelas populações tradicionais e, tem ganhado destaque, principalmente por conta da composição diferenciada do mel produzido (Pereira, 2017). O estudo de alguns parâmetros ambientais é relevante para entender o desenvolvimento das espécies de abelhas sem ferrão, tendo em vista que essa espécie atua de forma eussocial, ou seja, vivem no mais alto grau de sociedade. Portanto, o conhecimento do controle dos parâmetros internos do ninho, é de fundamental importância para a manutenção do metabolismo e a reprodução dos indivíduos, o que implicará diretamente na criação das abelhas, na sobrevivência da colônia e consequentemente na fabricação de mel.

Para que uma colmeia tenha sucesso no seu desenvolvimento e na produção de mel, bem como na polinização, é essencial que o meliponicultor tenha os cuidados básicos no monitoramento das colmeias, como sua temperatura e umidade. Entretanto, a frequente manipulação das caixas acaba sendo um fator que ocasiona estresse nas abelhas, afetando no seu desenvolvimento e até mesmo no abandono dos indivíduos da caixa (Alencar, 2020). O uso de IoT e Sistemas de monitoramento remoto, atua como sistema menos invasivo e reduzem os riscos de má desenvolvimento da colmeia. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar o monitoramento das variáveis, temperatura, umidade e peso das colmeias, utilizando sensores que captam a temperatura, umidade e peso, diretamente das colmeias em consonância com sensores remotos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Importância das abelhas para a sociedade, pode se dar de diversas formas, sendo através de produtos gerados pela sua atividade na natureza, como mel e própolis, ou através da polinização de diversas espécies de vegetais (Lage et al., 2012), o que representa um papel importante na manutenção da biodiversidade e consequentemente da conservação da vida na Terra. Problemas ambientais, relacionados à crescimento das áreas urbanas, ampliação das áreas de monoculturas, utilização de agrotóxicos (Chambó et al.), alteração no clima, desmatamentos e queimadas (Naug, 2009), podem contribuir para a redução, dentre tantas espécies de seres vivos, a redução de insetos que cumprem funções manutenção da biodiversidade, dentre eles as abelhas. Para contornar este cenário, as técnicas de criação de abelhas vêm sendo adotadas para promover a sua reprodução, de forma a minimizar esses impactos.

A Apicultura e a Meliponicultura são as principais modalidades de criação nas quais as abelhas são criadas com finalidades específicas. A apicultura, corresponde à criação de abelhas exóticas, *Apis melífera*, e sua principal finalidade é de produzir mel, própolis, geleia real, pólen e cera de abelha (Incaper, 2019). A Meliponicultura destaca-se por abranger abelhas nativas sem ferrão, sendo relevante destacar o potencial econômico e ecológico (Silva et al. 2019). Entendermos os conceitos de umidade, temperatura e peso, torna-se relevante quando entendemos que estes são fatores que influenciam diretamente na dinâmica dos meliponários. A temperatura de um corpo pode ser definida como sendo a medida do grau de agitação de suas moléculas (Correa, 2017). Já a umidade, pode ser compreendida como a razão entre a massa de vapor de água e o volume do ar, de acordo com (Miranda, et. al. 2015)

De acordo com Alencar (2020) o peso é um parâmetro significativo na meliponicultura - Considerando que o peso das abelhas é pequeno, este parâmetro é essencial para determinar o nível de produção de mel. Além disso, a variação deste último parâmetro é usada para determinar não somente a produção de mel mas a entrada e saída das abelhas, bem como uma estimativa do número de abelhas na colmeia. Por meio do acompanhamento desses parâmetros, é viabilizada a obtenção de informações relevantes sobre o comportamento e saúde da colônia, sendo que estas informações podem possibilitar melhores decisões na promoção de melhorias na produção e prevenção da enxameação por abandono, conforme Silva (2017).

A utilização da Internet of Things - IoT, mostra-se como uma ferramenta vantajosa, considerando que, quando associada com conhecimento técnico gerado sobre a criação de abelhas, podem ser adotados diversos parâmetros de monitoramento, com o uso de dispositivos ligados a uma rede que emitem dados em tempo real sobre o ambiente monitorado. Inclusive na atualidade é possível o uso de sensores de temperatura e umidade sem fio, tudo isso possibilitado pela combinação de tecnologias computacionais e de automação (Lima, et. al. 2018).

A proposta deste trabalho, consiste no desenvolvimento de um conjunto de elementos interligados, que visam monitorar a umidade, temperatura e o peso no ambiente interno do meliponário existente no Campus IFAM zona leste localizado na cidade de Manaus, estado do Amazonas. Para isso, optou-se pela utilização da placa microcontroladora, proposta para este sistema no modelo NodeMCU ESP8266 como interfaces no processo de captura dos dados. Os sensores de temperatura e umidade serão W12OO9, DHT22 e o módulo de monitoramento de peso HX711.

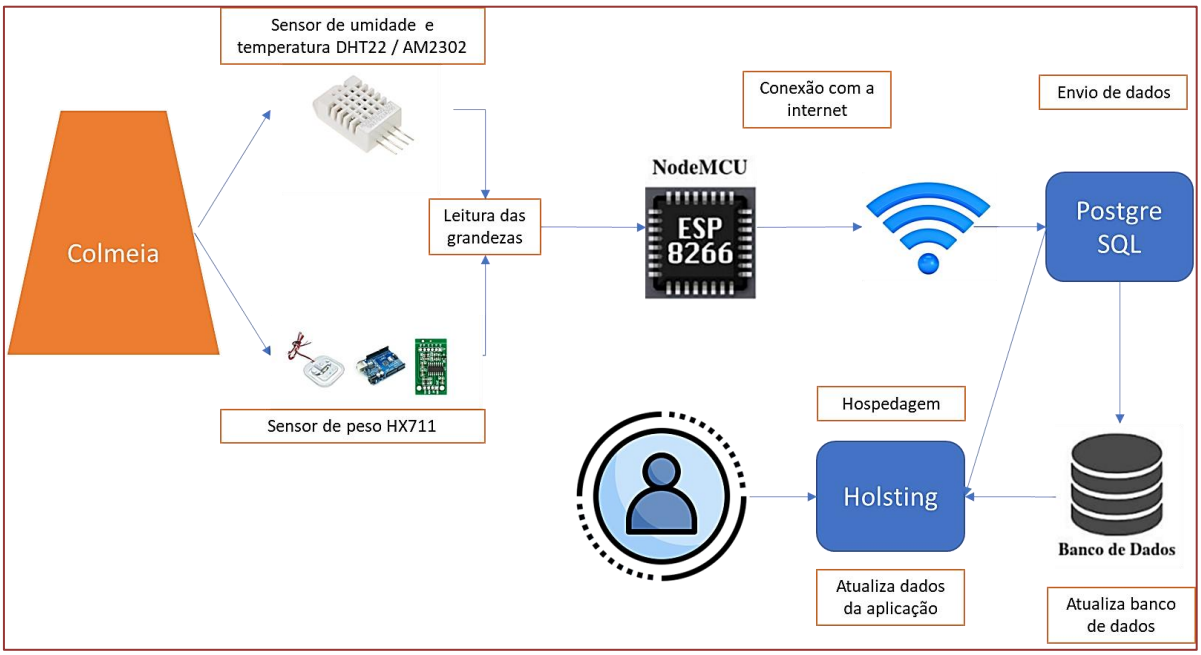
3. MÉTODOS PROPOSTOS

Este trabalho tem o propósito do monitoramento interno das colmeias de abelhas sem ferrão que estão dispostas na área do Campus IFAM Zona Leste e seu meio externo, com base em IoT e sistemas de sensoriamento remoto adaptado de Jesus (2017) que utilizou em seu trabalho um sistema de calefação para ninhos de abelha sem ferrão, com controle de temperatura interna por sistema remoto. Os parâmetros avaliados serão a temperatura, umidade e peso, para controle remoto. Para isso, a proposta é a instalação do sistema na placa microcontroladora NodeMCU ESP8266 e como interfaces no processo de captura dos dados de sensores de temperatura e umidade W12OO9, DHT22 e ainda a instalação do módulo de monitoramento de peso HX711 que é um módulo de conversão analógico para digital com resolução de 24 bits.

A placa contendo os sensores será instalada no interior das colmeias e os dados serão transmitidos através do Wireless Sensors Network (WSN ou Rede de Sensores sem Fio). Os dados de sensores coletados pela rede Wi-fi podem ser enviados para aplicações proprietárias e que estão alocadas em servidores fora da sua rede. Nestas aplicações, ocorre o processamento dos dados adquiridos e disponibilização dos resultados para os usuários. A princípio o serviço de dados utilizado será o PostgreSQL, que é diretamente integrado ao serviço de hospedagem, então os dados são imediatamente salvos e armazenados quando são recebidos. Dessa forma, os valores das grandezas (temperatura, umidade e peso) são atualizadas em tempo real. No Hosting uma interface estará hospedada e será responsável por realizar a comunicação da placa com o serviço de banco de dados. Dessa forma, a transmissão dos dados ocorre de forma simples, no código

implementado, os dados de temperaturas são serializados e formatados para serem enviados (Figura 1).

Figura 1. Estrutura do Sistema.



Fonte: adaptado de Jesus (2017).

Na Tabela 1, mostraremos uma adaptação do método proposto neste projeto, da revisão realizada por Mesquita et al. (2020), na qual compôs em uma única tabela vários estudos de diferentes sensores. O mesmo notou a predominância dos sensores de módulo DHT para medição da temperatura e umidade e uso de rede sem fio para envio dos dados coletados.

Tabela 1- Proposta de equipamentos utilizados para o trabalho

Placa	Sensores	Rede	Energia	Grandeza (s)	Armazenamento
Node MCU ESP 266	W1209 DHT22 HX711	Wi-fi	Fonte de tensão contínua	Umidade Peso	Servidor

Fonte: adaptado de Mesquita eta al. (2020).

O período para a captura das informações será de um ano para recolher informações tanto em período de estiagem quanto chuvoso. A frequência das informações coletadas serão programadas para serem a cada 2 horas diárias, em um período de um ano de coleta de dados. Outras medições das condições ambientais do meio externo tais como temperatura, luminosidade, pluviométrica e umidade relativa serão coletadas em dados de estação meteorológica mais próxima do local do experimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que os sistemas de monitoramento moderno podem oferecer dados de monitoramento em tempo real, considerando ainda a variedade de sensores disponíveis no mercado que monitoram diversos parâmetros, entende-se que as pesquisas realizadas na aplicação da IoT irá facilitar a combinação dos mecanismos possibilitando o monitoramento de ambientes e o controle de forma remota, tendo em vista que a maioria das instalações do meliponário estão em áreas distantes.

A IoT para o uso na meliponicultura visará a aplicação de técnicas que buscam reproduzir o mais próximo possível, as características do habitat destes insetos. Dentre estes, pode-se citar o controle da temperatura ambiente bem como a da umidade, que são parâmetros primordiais para o desenvolvimento da colmeia. Além disso, o controle remoto destes parâmetros, tenderá a diminuir o estresse das abelhas ocasionado em monitoramentos presenciais com a abertura das caixas racionais. Agregando ainda, a dinâmica e rapidez de captura de dados. Os parâmetros básicos como a temperatura, umidade e peso das colmeias poderão ser obtidos em tempo real, e possivelmente outros sensores que aferem parâmetros como movimento e som poderão ser adicionados à placa, criando um sistema de monitoramento remoto mais completo.

REFERÊNCIAS

[1] ALENCAR, K. **Sistema monitora bem-estar de comeias remotamente**. 2020. Disponível em https://agencia.ufc.br/sistema-monitora-saude-de-colmeias-remotamente/.

[2] CHAMBÓ, E. D. et al. Aplicação de inseticida e seus impactos sobre a visitação de abelhas (Apis mellifera L.) no girassol (Helianthus annuus L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 37-42, 2010.

[3] CORREIA, J. J. Definições de temperatura em fontes didáticas. **Revista Binacional Brasil Argentina - RBBA**, v. 6, n. 1, p. 201-220, 2017.

[4] INCAPER. **Apicultura**. 2019. Disponível em https://incaper.es.gov.br/apicultura.

[5] JESUS, F. T. **Sistema de calefação para ninhos de abelhas-sem-ferrão com controle e leitura de temperatura interna por sistema remoto**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

[6] LAGE, V. C.; POMPILHO, W. M.; SILVA, F. S. A importância dos livros didáticos para o ensino dos insetos. **Revista Práxis**, v. 4, n. 7, p. 37-42, 2012.

[7] LIMA, M.; ALVES, F.; JUCA, S. Sistema iot para monitoramento de temperatura e umidade ambientes e acionamento remoto de cargas. IV Escola Regional de Informática do Piauí (ERI-PI). 4, 2018. Teresina. **Anais**... Porto Alegre, SBC, 2018, p. 232-237.

[8] MESQUITA, A. R. et al. BeeFresh: Ferramenta de Monitoramento de Temperatura com IoT para Colmeias de Abelhas Melíponas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 52724-52740, 2020.

[9] MIRANDA, J. H.; LIBARDI, P. L.; LIER, Q. J. L.; MORAES, S.O. **LEB-0200:** Física do Ambiente Agrícola. São Paulo: USP, 2023.

[10] NAUG, D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony colapses. **Biological Conservation**, v. 142, p. 2369-2372, 2009. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.04.007.

[11] PEREIRA, F. M.; SOUZA, B. A.; LOPES, M. T. R. **Criação de abelhas-sem-ferrão**. 2017. Disponível em http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1079116.

[12] SILVA, A. L. **Monitoramento não invasivo de colmeias através da IOT**. 2017. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Redes de Computadores). Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2017.

Capítulo 2

Sistema de irrigação automatizado de plantas: uma proposta integrada à internet das coisas

Adriana Maria de C. Monteiro[1]
David Bruce Miranda[2]
Luciana Karla Pará Lima[3]
Vitor Bremgartner da Frota[4]
Daniel Nascimento-e-Silva[5]

Resumo: O cultivo de jardins e hortas domésticas, é uma forma encontrada por muitos para ter uma ligação com a natureza, tornando esta prática em muitos como uma terapia. A necessidade de adotar mecanismos capazes de controlar e manter a sobrevivências das plantas, atrelada a correria trazida pela vida moderna, implica em intervenções técnicas de um sistema automatizado, ao qual possa facilitar o cultivo, tratar e armazenar água, para mantê-las regadas, nutridas e saudáveis. Neste sentido, o referido estudo objetiva propor um sistema de irrigação de plantas automatizado utilizando o Arduíno Mega e o microcontrolador ESP6288 para a conexão do sistema com a internet (integração da internet das coisas), possibilitando ao usuário controlar à distância a irrigação de suas plantas quando for notificado.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[5] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

O mundo atual nos molda a uma nova forma de como lidamos com o tempo. Atualmente, a humanidade tem um grande desafio, que é organizar e gerir o seu tempo, na busca de encontrar formas mais rápidas e práticas para manejar suas atividades, tanto no trabalho quanto em seu ambiente doméstico. Muitas pessoas tentam encontrar equilíbrio nas suas rotinas de trabalho com hobbies e lazer. Parte da população enxerga sua residência de uma forma diferente, adaptando-a para atender suas exigências a ter um ambiente harmônico e agradável, aos fatores que conectam a natureza e o bem-estar à mesma proporção. A busca por uma vida mais tranquila, trás em muitas pessoas a necessidade de se conectar ao meio natural, ter uma convivência harmônica com a natureza. Uma alternativa encontrada para essa vivência é o cultivo de plantas, ou construção de jardins em seu ambiente doméstico. Sejam hortaliças ou mesmo plantas medicinais, ou apenas de decoração, o cultivo das espécies vegetais, pode proporcionar às pessoas mais equilíbrio com o meio ambiente, com benefícios gerados comumente.

Assim, o cultivo de jardins e hortas domésticas, é uma forma encontrada por muitos para ter uma ligação com a natureza, tornando esta prática em muitos como uma terapia. Os benefícios das plantas em um ambiente residencial reduzem o estresse e a ansiedade, estimulam a criatividade e aumentam a produtividade. Ajuda também na purificação e umidificação do ar, proporcionando um ambiente doméstico confortável. Porém, às plantas, necessitam de um cuidado especial que devido à rotina agitada do cotidiano pode ser deixada de lado pelo seu cuidador, acarretando no adoecimento ou até mesmo na morte delas. Pensar nos cuidados necessários que devem ser adotados a fim de evitar essas perdas, pode abrir ideias de processos de automação, o qual se refere a um sistema inteligente que realize funções automáticas, como medições com a intenção de se tem necessidade de realizar correções necessárias.

A necessidade de adotar mecanismos capazes de controlar e manter a sobrevivências das plantas, atrelada a correria trazida pela vida moderna, implica em intervenções técnicas de um sistema automatizado, ao qual possa facilitar o cultivo, tratar e armazenar água, para mantê-las regadas, nutridas e saudáveis. Assim, é coerente pensar em maneiras de automatizar processos simples, associados ao intuito de manter e controlar a manutenção do ambiente, que são de extrema importância para a saúde das plantas cultivadas. A tecnologia, por muito tempo, dedicou esforços para realizar ações simples e repetitivas, que nos dias atuais é possível dar um comando para uma máquina e a deixar repetindo o mesmo processo por horas, dias e até meses. Em muitos processos de plantio existem monitoramento e cuidados constantes, que demanda esforço e tempo para quem o faz.

Muitos sistemas tecnológicos vieram com o propósito de ajudar na realização de uma tarefa que uma pessoa poderia fazer manualmente, mas que em muitos casos seja necessário obter uma forma mais prática, que facilite e modo de cuidado e sobrevivência do que se procura cuidar. Desta forma, a proposta inicial deste trabalho é apresentar um sistema de irrigação inteligente, automatizado e controlado a distância por meio de um smartphone, ou qualquer aparelho eletrônico, em posse de seu portador, ter o controle de irrigação de seu jardim, quando não puder está em casa, por motivos de viagem ou afastamento de seu lar, temporariamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No mundo globalizado atual, as inovações tecnológicas estão em constante adaptação para fornecer o melhor aproveitamento da qualidade de vida humana. Estas adaptações, denominadas Internet das Coisas (IoT – Internet of Things), de acordo com Vasconcelos (2016), servem para transformar objetos do cotidiano em máquinas automatizadas que podem coletar informações e convertê-las em benefícios como aumento de produtividade, eficiência de custo e otimização de processos que outrora demandavam de esforço humano.

Neste cenário, várias empresas investem em pesquisas que visam o desenvolvimento e a otimização das soluções em IoT, dentre os quais, aquelas voltadas para a agricultura e produção de alimentos orgânicos, livres de agrotóxicos e de baixo custo. A associação da tecnologia com as práticas de cultivo de plantas de subsistência ou ornamentais pode suprir as necessidades nutricionais, térmicas e hidrológicas dos quintais urbanos (Marino et al., 2017).

A Internet das Coisas (IoT) tem se tornado um elemento fundamental quando se trata de gerenciamento e monitoramento de forma autônoma e que possui inúmeras aplicações no dia a dia (Caetano et al., 2020). Jardins ou quintais urbanos, umas das áreas em que IoT pode ser aplicado, possuem uma grande importância sociocultural, pois as espécies vegetais cultivadas nesses ambientes oferecem vários benefícios, como a melhoria da qualidade ambiental, o embelezamento dos espaços, além da produção de alimentos e plantas medicinais (Moura; Oliveira, 2022).

Carvalho et al. (2020) afirmam que a maioria das plantas cultivadas em espaços urbanos são ornamentais, porém em muitos casos elas não são bem irrigadas as levando à morte. No mesmo estudo, os autores atribuem essa falta de cuidado com as plantas à vida corriqueira que se leva cotidianamente nos espaços urbanos, pois não é a todo momento em que haverá a irrigação das mesmas da forma correta, desanimando assim o cuidador a continuar com o seu cultivo. Yang e Tianguang (2015) apontam que as pessoas tendem a esquecer de atender às necessidades de irrigação e cuidar adequadamente das plantas devido à rotinas agitadas, o que reduz a vida útil das plantas. Este mesmo estudo sugere que mais de 80% das causas da morte de “flores de interiores” são resultantes do déficit de regas adequadas.

Visando atender as necessidades supracitadas, as propostas de automação de sistemas de irrigação não datam de tempos recentes, conforme o que foi exposto no trabalho de Jagannatha et al. (2001), que realizou a proposta do uso de robôs agrícolas adaptados para atender as necessidades de plantas dos ambientes interiores. Desde então, ao longo da primeira década do século XXI, alguns autores realizaram propostas para a incorporação de sensores de ambiente para o monitoramento e irrigação de plantas no contexto de interiores urbanos, tendo como ponto em comum o destaque de que alguns sistemas apresentam uma menor portabilidade e necessitam de manutenção específica (Correll et al., 2010).

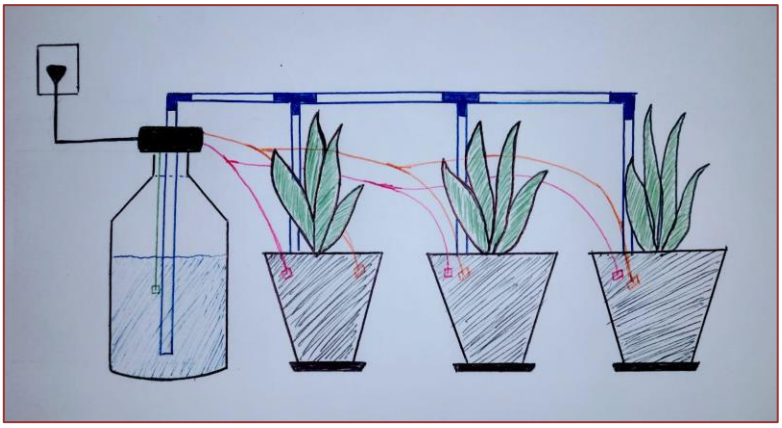
A maioria dos estudos relacionados à irrigação automatizada está focada em aspectos específicos da irrigação, como software para diferentes sistemas de irrigação (Brajović et al., 2015; Debauche, 2018), sistemas para irrigação de estufas (Nikolaou, 2019) ou voltados para a aplicabilidade no campo agroindustrial e da agricultura ambiental (Jha, 2019; Mohopatra, 2018). Mas ainda assim, se fazem necessários mais estudos focados na automatização de jardins urbanos ou de interior.

O elevado custo de produção e de manutenção destes sistemas se mostrou um forte empecilho para a popularização dos mesmos em ambientes urbanos e de interiores (Vashistha et al., 2017). Mas estudos recentes buscam métodos de baixo custo e fácil manutenção até para quem não tem familiaridade com sistemas automatizados, como sensores de monitoramento de estresse foliar (Daskalakis et al., 2018), sensores de umidade de solo (Guruprasadh et al., 2017) e de salinidade da água (Parra et al., 2013), visando atender as necessidades de jardins em telhados, através do método de irrigação por gotejamento associado a temporizadores automáticos controlados remotamente (Zaman et al., 2022); e plantas de interiores através de um sistema controlado à distância por um microcontrolador Arduino capaz de receber os sinais de necessidades dos vasos das plantas, localizam e bombeiam água para os vasos sem intervenção manual humana (Mohomad, 2022).

3. MÉTODOS PROPOSTOS

O método proposto para esse trabalho é desenvolver um sistema de irrigação que supra a necessidade hídrica de plantas cultivadas em residências, como apartamentos e casas, na ausência do proprietário seja por motivos de viagem, trabalho dentre outras razões. Para tanto, a ideia é montar um sistema que seja acessível financeiramente, envolvendo tecnologias de baixo custo associadas a técnicas e conceitos de IoT para aplicações dessa natureza. Neste sentido, seria feito um projeto que integrasse a plataforma Arduíno Mega (microcontrolador ATMega2560) para a programação e automação do sistema de irrigação, aliado a conceitos de IoT (internet das coisas) na comunicação via wireless entre o sistema de irrigação com o proprietário de onde quer que ele esteja.

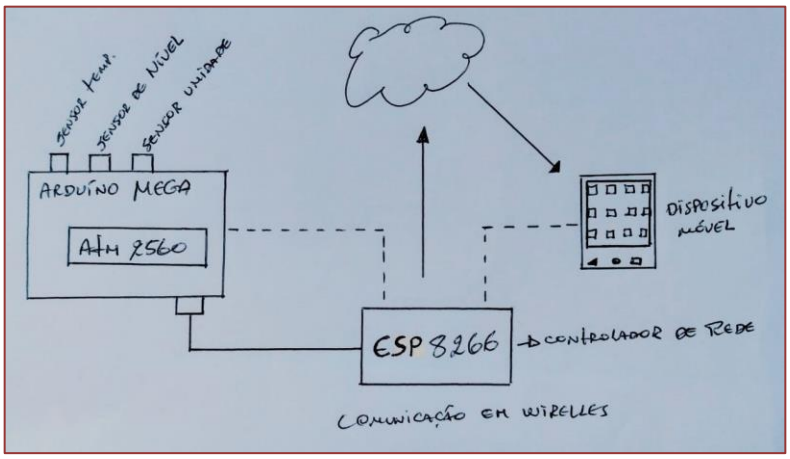
Figura 1 - Esquema da estrutura do sistema.



Fonte: elaborado pelos autores.

A organização do circuito do protótipo do sistema seria da seguinte maneira: conectados ao Arduíno Mega estariam sensores de temperatura, nível e umidade. Além desses controladores, haveria um reservatório (de volume determinado e de acordo com a quantidade e tamanho dos vasos) onde se armazenaria a quantidade de água necessária para a irrigação das plantas. A água do reservatório chegaria até as plantas através de uma mangueira ou tubo principal, de onde partiriam outras direcionadas a cada vaso.

Figura 2 - Esquema de funcionamento do sistema.



Fonte: elaborado pelos autores.

A lógica de funcionamento seria acionar, através de um dispositivo móvel, a bomba de água do reservatório assim que chegassem informações ao proprietário de que a umidade do solo estaria escassa e necessitando de rega. Essas informações seriam coletadas pelos sensores no arduíno e o controlador de rede (ESP8266) faria a ponte entre esses dados coletados e o aplicativo desenvolvido para o dispositivo móvel.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto pode trazer pontos positivos em várias casas e famílias, que têm esse cuidado com sua área verde doméstica, mesmo à distância. Em escala macroscópica podemos ter sistemas de irrigação de plantas totalmente automatizados, sendo controlado apenas por um dispositivo eletrônico.

Durante o desenvolvimento do projeto espera-se encontrar desafios, principalmente na parte da programação, pois é necessário fazer o sistema se comunicar com um dispositivo eletrônico, e sua montagem deve apresentar uma estrutura capaz de lidar com o contato das plantas com o ambiente. Deve-se trabalhar nas soluções dos problemas, para que todo o mecanismo comece a funcionar, analisar e agir de forma correta. Por fim, após todo o processo de montagem e programação, quando o projeto começar a funcionar será possível perceber que ele poderá ser implantado em casas que possuam jardim doméstico e cultivo de hortaliças, trazendo maior liberdade a seus usuários em seu dia a dia, sem deixar de cuidar dos seus vegetais.

REFERÊNCIAS

[1] BARRETO, I.; PILAU, F. G. Temperatura base e plastocrono de uma variedade de lúpulo. **Agrometeoros**, v. 31, p. 1-9, 2023. http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v31.e027116.

[2] BRANDÃO, R. S. et al. **Automação do monitoramento de plantas usando o módulo NodeMCU V3 Esp8266**. 2022. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação). Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2022.

[3] BRAJOVIĆ, M.; VUJOVIĆ, S.; ĐUKANOVIĆ, S. An overview of smart irrigation software. In: **2015 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)**. IEEE, 2015, Budva, Montenegro, June 14th to 18th, p. 353-356, 2015. https://doi.org/10.1109/MECO.2015.7181942.

[4] CAETANO, G. S. F.; ZANGUETIN, J. A.; QUERINO FILHO, L. C. Sistema de irrigação por gotejamento no tomateiro. **Revista Eletrônica e-Fatec**, v. 10, n. 1, p. 10-10, 2020.

[5] CARVALHO, M. A. et al. Sistema de monitoramento e controle de irrigação de plantas utilizando NODEMCU ESP8266. **Revista Ceuma Perspectivas**, v. 34, n. 2, p. 36-43, 2020. https://doi.org/10.24863/rccp.v34i2.454.

[6] CORRELL, N; ARECHIGA, N; BOLGER, A. et al. Indoor robot gardening: design and implementation. **Intel Serv Robotics**, v. 3, p. 219–232, 2010. https://doi.org/10.1007/s11370-010-0076-1.

[7] DASKALAKIS, S. N. et al. A uW backscatter-morse-leaf sensor for low- power agricultural wireless sensor networks. **IEEE Sensors Journal**, v. 18, n. 19, p. 7889-7898, 2018. https://doi.org/10.1109/JSEN.2018.2861431.

[8] DEBAUCHE, O.; ELMOULAT, M.; MAHMOUDI, S. et. al. Irrigation pivot-center connected at low cost for the reduction of crop water requirements. In **Proceedings of the International Conference on Advanced Communication Technologies and Networking**, Marrakech, Morocco, 2–4 April 2018.

[9] GARCIA, M. V. R. et al. IoT EcoHome: Internet das coisas e Sustentabilidade. **Brasil Para Todos-Revista Internacional**, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2020.

[10] GURUPRASADH, J. P. et al. Intelligent soil quality monitoring system for judicious irrigation. In: **2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)**. IEEE, 2017 Udupi, India, September 13th to 16th, p. 443-448, 2017. https://doi.org/10.1109/ICACCI.2017.8125880.

[11] JAGANNATHA, S.; LEVESQUE, A.; SINGH, Y. Approximation-based control and avoidance of a mobile base with an onboard arm for mars greenhouse operation. In: **Proceedings of the 2001 IEEE International Symposium on Intelligent Control**, Mexico City, September 05th to 7th, p. 103-108, 2001. https://doi.org.10.1109/ISIC.2001.971492.

[12] JHA, K.; DOSHI, A. et al. A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. **Artif. Intell. Agric.,** v. 2, p. 1–12, 2019. https://doi.org/10.1016/j.aiia.2019.05.004.

[13] MARINO, D. R. D. M.; VASCONCELOS, D. R; MORAES, S. G. Jardim Inteligente IoT-JIIOT Smart Garden IoT-SMGIOT. **Revista Tecnologia**, v. 38, n. 1, p. 39-54, 2017. https://doi.org/10.5020/23180730. 2017.V38.1.39-54

[14] MELO, L.; BREMGARTNER, V.; SOUZA, D. Estação meteorológica portátil com cultura maker interdisciplinar para ensino de física e programação de computadores. In: Workshop de Informática na Escola, 26, 2020, Evento Online. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020, p. 259-268. https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.259.

[15] MENDES, M. E. R.; PINA, S. A. M. G. Soluções baseadas na natureza para gestão de águas urbanas: aplicação de jardins filtrantes, jardins de chuva e biovaletas. **Revista Foco**, v. 16, n. 3, p. e1382-e1382, 2023. https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n3-097.

[16] MOHOMAD, A.; RAHEEM, R.; SHARMILAN, T. Design a smart mini robot for indoor plant watering system. **International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR**), v. 61, p. 1-9, 2022.

[17] MOHOPATRA, A.G.; KESWANI, B.; LENKA, S.K. ICT specific technological changes in precision agriculture environment. **Int. J. Comput. Sci. Mob. Appl**., v. 6, p.1–16, 2018.

[18] MOURA, A. P.; OLIVEIRA, A. M. Etnobotânica nos quintais urbanos em Mossoró-RN. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. 1-19, 2022. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20210002r2AO.

[19] NIKOLAOU, G. et al. Irrigation of greenhouse crops. **Horticulturae**, v. 5, n. 1, p. 7, 2019.

[20] PARRA, L. et al. Low-cost conductivity sensor based on two coils. In: P**roceedings of the First International Conference on Computational Science and Engineering (CSE'13)**, Valencia, Spain. 2013. p. 6-8.

[21] YANG, L.; TIANGUANG, Y. Design of the solar energy watering robot. **International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing**, v. 3, n. 3, p. 253-256, Aug. 2015. https://doi.org/10.7763/IJMMM.2015.V3.196.

[22] ZAMAN, R. U. et al. Design and development of smart irrigation system for watering rooftop garden. **Review of Plant Studies**, v. 9, n. 1, p. 12-18, 2022. https://doi.org/10.18488/rps.v9i1.29

Capítulo 3

Sistema de monitoramento pluviométrico por meio da integração IOT e SIG

Bruno Cardoso Braga de Almeida[1]
Juliana de Souza Soares[2]
Vitor Bremgartner da Frota[3]
Daniel Nascimento-e-Silva[4]

Resumo: Tendo em vista a preocupação ambiental a ser discutida pela sociedade nos últimos anos, a tecnologia se mostra como um meio favorável para solução de problemas ambientais. E em meio a gama de possibilidades dadas pela tecnologia, a Internet das Coisas (IoT) e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) se mostram como tecnologias distintas, mas integradoras em busca do processamento e análise de informações sobre problemas em áreas suscetíveis a inundação, como é o caso da cidade de Manaus- AM. Tendo em vista disso, o objetivo desse trabalho é monitorar os índices pluviométricos em áreas de inundação na cidade de Manaus-AM, por meio da combinação do sensor Arduino para detecção de chuvas e um banco de dados SIG. Espera-se que os objetivos sejam cumpridos, entendendo que a plataforma sobre as enxurradas em área possíveis de inundação pode alertar as partes interessadas para a tomada de decisão precoce, evitando desastres e tragédias.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

O meio ambiente, em seu aspecto natural, é um assunto discutido de forma bastante recorrente nos últimos anos. Isso se deve principalmente aos impactos ocasionados por fatores naturais e potencializados pelas ações antrópicas, o que gera uma preocupação por parte da sociedade na possibilidade de reverter esse cenário desfavorável tanto para a própria natureza quanto para o ser humano. O crescimento populacional, o advento das tecnologias desde a década de 90 e o avanço do consumismo desencadeou a necessidade de maiores preocupações com o meio ambiente, com a estrutura urbana e rural (Oliveira, 2021). Tendo em vista a importância quanto a preservação e a conservação do meio natural, surgem novos meios e técnicas com o uso da tecnologia que visem o desenvolvimento de forma sustentável e a mitigação no futuro de possíveis impactos ambientais.

Com a era da globalização, a tecnologia se torna uma aliada ao meio ambiente com soluções inteligentes nos diversos problemas ambientais. Esse avanço tecnológico impusera novos marcos nos estudos voltados ao meio ambiente com questões mais rápidas de serem resolvidas. É importante que as empresas e os indivíduos considerem cuidadosamente os impactos ambientais de suas escolhas tecnológicas e trabalhem para minimizar os impactos negativos, enquanto maximizam os benefícios ambientais. A internet das coisas (IoT) é um exemplo de sistema que transmite dados e informações em tempo real sendo utilizada para diversos fins. Para um melhor entendimento, ela é uma extensão da internet que proporciona que os objetos do dia a dia sejam acessados com provedores criando uma rede de dispositivos interconectados (Santos, 2016). A IoT permite que os dispositivos se comuniquem entre si e com sistemas de computador, o que pode ser usado para monitorar e controlar diferentes aspectos do mundo físico, tendo um grande potencial para aplicações voltadas ao meio ambiente.

Outra tecnologia distinta a IoT, mas cria soluções a partir de um sistema de software e hardware é o Sistema de Informação Geográfica (SIG). O SIG consiste em um conjunto de ferramentas para obtenção, armazenamento, análise e representação de dados espaciais que tem sido empregado como alternativa para avaliar áreas mais amplas (Lopes, 2019). Ele permite a captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados espaciais, o que gera informações a serem visualizadas por meio de mapas, gráficos, cartas topográficas, tabelas, ou seja, uma representação visual. Isso resulta numa relação homem-natureza-tecnologia numa simbiose do mundo atual, principalmente relacionado ao uso de IoT, que permite um melhor entendimento do espaço geográfico.

Nessa conjuntura, é interessante ressaltar a possibilidade de monitorar áreas de risco ambientais, principalmente de inundações que ocorrem em muitas áreas urbanas, como a cidade de Manaus, Amazonas. Isso porque elas apresentam diferentes níveis de risco, dependendo da sua localização, topografia e condições climáticas, o que pode causar prejuízos significativos, como danos à propriedade, interrupção de serviços públicos, desabrigamento e perda de vidas. É necessário haver algumas medidas preventivas, entre eles a implementação de sistemas de alerta precoce e evacuação. Por isso, é importante que as autoridades locais, serviços de emergência e a população em geral estejam cientes do risco de inundação em suas áreas e tomem medidas preventivas para minimizar os danos.

Diante disso, a partir da integração de SIG e IoT, o presente trabalho tem como objetivo geral monitorar os índices pluviométricos em áreas de inundação na cidade de

Manaus-AM, por meio da combinação do sensor Arduino para detecção de chuvas e um banco de dados SIG. A possibilidade de diferentes aplicações nas mais variadas áreas de conhecimento, permitem o desenvolvimento de projetos em prol da melhor qualidade de vida das pessoas (Carlos *et al.*, 2020). Por sua vez, o objetivo geral decompõe-se nos seguintes objetivos específicos: a) identificar as áreas de riscos de inundação por meio de SIG; b) instalar sensores pluviométricos em áreas passiveis de inundação a serem previamente escolhidos e; c) disponibilizar dados para a comunidade acadêmica em uma plataforma WEBGIS para o monitoramento de chuvas nas áreas de inundação em tempo real. Ademais, ressalta-se o artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta uma revisão teórica acerca da definição e dos trabalhos relacionados à temática; na seção 3 são apresentados os materiais e métodos utilizados; na seção 4 são apresentados as considerações finais e; por fim, as referências utilizadas.

2. IOT E SIG APLICADOS AO MEIO AMBIENTE

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) e IoT (Internet das Coisas) são duas tecnologias distintas, mas que podem ser integradas para criar soluções mais avançadas e eficientes em diferentes áreas, principalmente relacionada ao meio ambiental. O IoT se mostra como um ecossistema que contêm objetos inteligentes equipados com diferentes dispositivos e o SIG aparece como uma plataforma acessível para muitas áreas de conhecimento (Carlos *et al.*, 2020). A junção de ambas possibilita uma gama de informações e dados sincronizados entre si através de sensores IoT e disponibilizadas por meio do SIG. Alinhada ao meio ambiente, a IoT se torna uma ferramenta determinante, já que os dados utilizados podem ser usados para monitorar e gerenciar uma ampla variedade de aspectos ambientais. Além disso, permite que a sociedade e o governo tomem decisões mais informadas sobre a gestão de recursos e a proteção da natureza, com funções de reconhecimento inteligente, localização, rastreamento e gerenciamento. De modo geral, a IoT tem o potencial de transformar radicalmente diversos setores, a fim de melhorar a produtividade e a eficiência das operações, desenvolver produtos e serviços mais personalizados e melhorar a experiência do usuário. E assim, pode mudar o relacionamento com as coisas presentes em nosso cotidiano, modificando e melhorando segurança, meio ambiente e mobilidade (GODOI, 2019).

Um equipamento pertencente ao IoT é o de automação através da plataforma Arduino. Ele surgiu como uma solução de desenvolvimento e prototipagem, com possibilidades que vão desde um simples sistema de acender e apagar de uma luz, à projetos sofisticados e profissionais, tendo versões para atender diversos tipos de projetos (Araújo, *et al.,* 2019). É basicamente uma plataforma de prototipagem open-source, no qual possui facilidade de uso e uma comunidade ativa de desenvolvedores (Melo *et al.*, 2020), sendo uma linguagem de programação baseada em C/C++, que é fácil de aprender mesmo para iniciantes. Quanto ao meio ambiente, pode ser usado para criar um sistema de monitoramento ambiental, que coleta dados sobre a qualidade do ar, do solo e da água, além de outros parâmetros ambientais, como a temperatura e a umidade.

O SIG consiste em um conjunto de ferramentas para obtenção, armazenamento, análise e representação de dados espaciais que tem sido empregado como alternativa para avaliar áreas mais amplas (Lopes, 2019). O SIG permite a criação de mapas digitais que mostram características físicas e ambientais, como a topografia, a vegetação, a hidrologia, entre outras. Com essas informações, é possível entender como o meio ambiente está sendo gerenciado ou afetado por ações naturais e/ou antrópicas, já que as

informações podem ser visualizadas e analisadas em conjunto com outros dados, facilitando a identificação de padrões e tendências. A evolução dos SIGs promoveu o surgimento dos SIG Web, isto é, o SIG que pode ser utilizado em navegador Web (Almeida *et al.*, 2019). Os usuários podem acessar os mapas e informações geográficas a partir de qualquer dispositivo com acesso à Internet, como computadores, smartphones e tablets. Além disso, o WebGIS é altamente escalável e pode ser personalizado para atender às necessidades específicas dos usuários e das organizações.

Entre os trabalhos relacionados ao tema que contemplam o IoT e o SIG, percebe-se que não há muitos trabalhos encontrados na língua portuguesa, sendo encontrados mais resultados em inglês. Levando em conta as áreas de inundação como foco principal do projeto, entende-se que as inundações são um dos numerosos fenômenos extensos intimamente associados aos intensos desastres naturais relacionados às mudanças climáticas (Jonkman, 2005). Essas áreas são propensas a alagamentos temporários devido a um aumento no nível da água e podem incluir vales, planícies de inundação, margens de rios, áreas costeiras, encostas e outras áreas baixas. Por isso, há uma preocupação para com as áreas de inundação a fim de que possa haver um monitoramento e gerenciamento por meio do uso de sensor Arduino e a construção de um banco de dados WebGis.

Carlos et al (2020) faz uma revisão sistemática de artigos voltados à temática para diversos objetivos, entre eles a utilização de WebGis. Dentre eles, Athanasiou et al. (2018) apresentam um sistema de alerta pluviométrico em áreas de inundação, tendo como área de estudo, o rio Aracthos na Grécia, por meio do uso de WebGis para fornecimento de informações para a população em geral. No entanto, os referidos autores não relacionam a um sistema Arduino, somente ao SIG. Já no trabalho de Melo et al. (2020), têm-se o intuito da criação de uma estação pluviométrica por meio do Sistema Arduino, sem o uso de SIG. Concomitante aos dois trabalhos citados, pretende- se fazer uma relação entre ambas, mesmo que não sejam citados os dois pontos-chave para a pesquisa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS PROPOSTOS

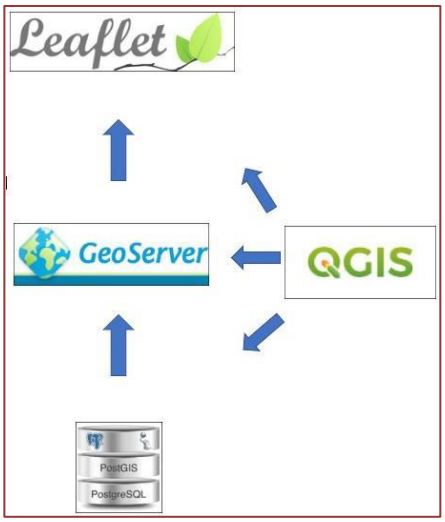
Para a realização do projeto serão selecionados alguns materiais necessários para a montagem e criação do sistema IoT e WebGIS. No caso para o sensor Arduino, os materiais são os seguintes: Arduino com cabo USB, sensor detector de chuva, sensor de temperatura e umidade, LED difuso 5mm verde, resistor de 150Ω, protoboard, cabos jumper macho-macho, cabos jumper macho-fêmea, cabos jumper fêmea-fêmea. Os sensores poderão ser utilizados conjunto a fim de ter uma melhor explicação da resposta dada. Quanto a construção do WebGIS, os dados serão disponibilizados por meio de um servidor web, logo estarão somente em nuvem podendo ser conectado em qualquer dispositivo e visualizado na web.

De início, serão escolhidas as áreas urbanas sujeitos a inundação na cidade de Manaus por meio de análise e mapeamento de áreas vulneráveis dos dados gerados por SIG. Posteriormente, será construído e instalado o sensor Arduino nos locais escolhidos. Todas essas informações coletadas, devem ser disponibilizadas em um banco de dados, de código aberto ou *open source.* O software do banco de dados a ser utilizado é PostGIS e Postgresql, que possui um serviço gratuito para transformar, manipular e conectar dados geográficos. Esse servidor de dados conectados na internet permite que o usuário acesse o banco em um computador em qualquer lugar do mundo. O Postgresql armazena dados convencionais enquanto PostGIS trabalha com os dados geográficos. Esse serviço

funciona como grandes provedores de armazenamento de banco de dados como por exemplo o Microsoft SQL Server e Microsoft Acess.

Assim, segue os dados para um servidor de mapas, que é responsável pelo armazenamento o banco de dados. O software utilizado será o *Geoserver*, que também é Open Sourch no qual será responsável por conectar os dados do PostGIS e armazená-los por se tratar de dados muito pesados. Assim como o servidor de dados, o servidor de mapas também pode ser trabalho em uma máquina em qual lugar do mundo, funcionando como os grandes provedores de armazenamentos em nuvens Oracle e o Azure. A infraestrutura segue um modelo onde os dados podem ser manipulados e editados em sincronia, mostrado na Figura 1.

Figura 1: Arquitetura do WebGis a ser construido

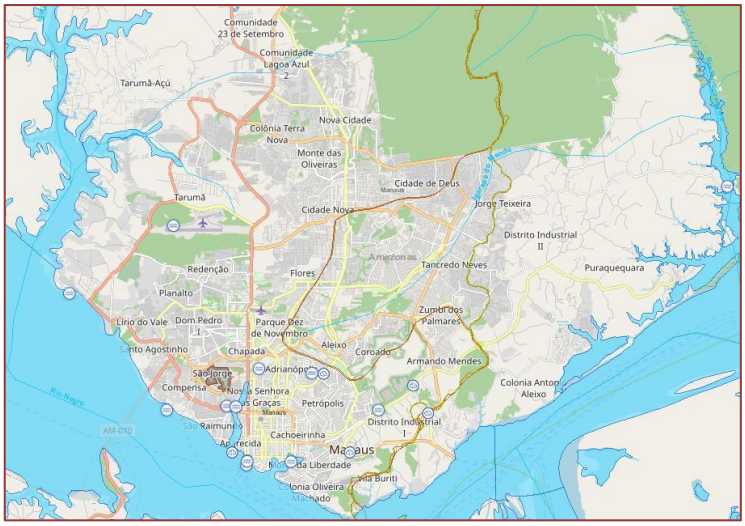


Fonte: elaborado pelos autores.

Na etapa da edição de dados se usará o Sistema de Informação geográfica -SIG, o Quantum *GIS* ou *QGIS,* que é outro software de código aberto que permitirá que os dados coletados sejam georreferenciados, tratados, modelados e transformados, em dados espaciais. Feito isso, os dados geográficos, podem retornar ao banco de dados, onde dentro do Geoserver, onde vai ser transformado em um formato de Geojason, que é um código para ser disponibilizado no WEBGIS. Além disso serão transformados em um arquivo de *shapefile* para ser disponibilizados para download.

Essa infraestrutura permitirá que os dados sejam disponibilizados e monitorados em geovisualizador, também conhecido como visualizador de mapas digitais, cuja o nome é titulado de WEBGIS. O software utilizado será o *Leaflet* ou folheto, que nada mais é que uma plataforma de código livre, em linguagem Java script, onde pode ser criados mapas para visualização e adicionar dados e feições comparativas. Para criação da plataforma também será utilizado a linguagem de programação HTML para montar o site na web o *CSS* para armazenar os dados em textos Visualizadores muito comuns são o Google Maps e o Google Earth.

Figura 2: Exemplo de como os dados podem ser visualizados



Fonte: elaborado pelos autores.

O serviço de geovisualização da web permitirá que o visualizador consulte os dados e análise em tempo real. Onde a público e as entidades governamentais podem consultar os para a tomadas de decisão e principalmente, o geovisualizador emitira alerta em locais com sensores de chuva, além de mostrar a temperatura, pressão atmosférica e o histórico temporal pluviométrico que podem ser coletados em algumas autarquias que disponibilizam dados ao público geral. Muitas plataformas de visualização mapas apresentam funções temporais e localidades de medição da água, como o MapBiomas e a Hidroweb, como mostra na Figura 2.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou o sistema pluviométrico a serem instalados em áreas de inundação, a partir da integração de IoT e SIG, a fim de proporcionar melhores resultados didáticos visualmente para a comunidade acadêmica e a população em geral. Considerando o trabalho pronto com os equipamentos instalados, o público em geral e os órgãos que poderão monitorar os possíveis locais com risco de inundação por causa da chuva. As pessoas que utilizam veículos particulares podem evitar passar por essas ruas e avenidas desses As partes interessadas podem acompanhar as pessoas que residem naqueles locais, caso as enxurradas ponham em risco a vida daqueles moradores.

Espera-se que os objetivos sejam cumpridos, entendendo que a plataforma sobre as enxurradas em área possíveis de inundação pode alertar as partes interessadas para a tomada de decisão precoce, evitando desastres e tragédias. A velocidade da informação e da comunicação e principalmente a visualização dos locais em tempo real aumenta a eficácia e rapidez de como vai ser resolvido as problemáticas com inundação na cidade de Manaus. No entanto, entende-se também que será um desafio tendo em vista quanto a velocidade da rede, o que é necessário cautela e paciência, além de investimento para instalação do sistema, já que depende de um custo para compra dos materiais. De certa forma, visto que não há muitos trabalhos com essa temática, presumisse-se que futuros trabalhos, a partir deste, possam ser realizados e que possa contribuir na busca de soluções para problemas ambientais.

REFERÊNCIAS

[1] ARAÚJO, W. M.; Cavalcante, M. M.; SILVA, R. O. Visão geral sobre microcontroladores e prototipagem com Arduino. **Tecnologias Em Projeção**, v. 10, n. 1, p. 36-46, 2019.

[2] Athanasiou, T. et al. A Web-Geographical Information System for Real Time Monitoring of ARACHTHOS R. **IFAC Papers online**, v. 51, n. 30, p. 384-389, 2018. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.335

[3] SACRAMENTO, I. C. C.; FERNANDES, V. O.; FERREIRA, E. A. M. Integração iot e gis: uma revisão sistemática de suas aplicações. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 21, n. 78, p. 93–116, 2020. https://doi.org/10.14393/RCG217853038.

[4] GODOI, M. G.; ARAÚJO, L. S. A internet das coisas: evolução, impactos e benefícios. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 19–30, 2019.

[5] MELO, L.; Bremgartner, V.; Souza, D. Estação meteorológica portátil com cultura maker interdisciplinar para ensino de física e programação de computadores. In: Workshop de Informática na Escola, 26, 2020, Evento Online. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020, p. 259-268. https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.259

[6] LOPES, A. A. S.; HINO, A. A. F.; MOURA, E. N.; REIS, R. S. O Sistema de Informação Geográfica em pesquisas sobre ambiente, atividade física e saúde. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde** [Internet]. 7º de agosto de 2019.

[7] OLIVEIRA, B.; CUNHA, B.; MARTINS, S. A aplicação de tecnologias limpas para o desenvolvimento urbano sustentável através da implantação de energia fotovoltaica. Direito e Desenvolvimento, v. 12, n. 1, p. 158-179, 2021. https://doi.org/10.26843/direitoedesenvolvimento.v12i1.1373.

[8] SANTOS, B. P. et al. Internet das coisas: da teoria prática. **Minicursos SBRC- Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, 2016.

Capítulo 4

Sistema de monitoramento da qualidade da água usando internet das coisas

Raissa Moura dos Santos[1]
Cristiane da Silva Soares[2]
Fabrícia Ferreira Neves[3]
Vitor Bremgartner da Frota[4]
Daniel Nascimento-e-Silva[5]

Resumo: Este trabalho representa a proposta de um projeto para implementação em um igarapé de Manaus. O objetivo principal é a elaboração de um sistema de baixo custo para monitoramento da qualidade da água utilizando internet das coisas- IoT. Sabe-se que o monitoramento da água é primordial para ações de alerta, planejamento e fiscalização dos cursos d'água. Desse modo, a água deve ser sistematicamente monitorada em qualidade e quantidade. Análises dos parâmetros físico-químico indicam se a água está em bom estado tanto para consumo ou manutenção da vida aquática. O uso das tecnologias disponíveis fornece subsídios para a implementação de dados em tempo real, assim como a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[5] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para a existência de qualquer vida na terra. A água está disponível mundialmente e abastece as principais necessidades da humanidade, ou seja, necessidades residenciais, domésticas, agrícolas e industriais. Nos últimos anos a qualidade da água foi impactada negativamente pelo aumento populacional humano, isso porque, gerou a expansão das cidades, aumento da industrialização e o uso descontrolado dos recursos naturais (Vardhan *et al.*, 2019). O resultado disso foi a produção de uma grande quantidade de esgoto doméstico e industrial despejados diretamente nos ecossistemas hídricos urbanos (McGrane, 2016; Miller; Hutchins, 2017).

Cerca de 80% das águas resultantes das atividades antrópicas são lançadas nos corpos hídricos sem qualquer remoção de poluição. Resíduos como matéria orgânica, metais pesados, pesticidas, produtos farmacêuticos e de higiene pessoal, nanopartículas, plásticos e patógenos estão entre os poluentes de maior preocupação (Villarín; Merel, 2020). Uma das principais dificuldades em remover esses poluentes é a falta de recurso econômico necessário para a criação e aplicação de tecnologias de remediação (Chowdhury et al., 2016). Um método padrão e eficaz de avaliar a qualidade da água é o monitoramento dos parâmetros químicos e físicos no ambiente aquático.

Através da análise dos parâmetros é possível obter indicadores da qualidade da água e indicadores do impacto urbano sobre esses ambientes aquáticos (Rios-Villamizar *et al.*, 2017). Uma forma inovadora de monitorar esses parâmetros é através dos dispositivos inteligentes, que captam as informações necessárias, registram e enviam tudo em tempo real. Uma dessas tecnologias se chama Internet das Coisas (IoT) que chegou para otimizar a pesquisa de campo, com ela é possível obter seus resultados como medições físicas e químicas sem precisar estar no local da amostra ou no laboratório (Daigavane *et al.*, 2017).

Portanto, para este trabalho será desenvolvido um sistema de baixo custo para monitoramento da qualidade da água utilizando a tecnologia Internet das coisas- IoT no Igarapé da Vovó localizado na Zona Urbana de Manaus com intuito de fornecer dados em tempo real para a comunidade acadêmica do IFAM e para a comunidade ao redor da Instituição, assim como também permitir avaliação dinâmica consistente e fornecer alertas essenciais à ação das autoridades. Esse sistema será capaz de mensurar padrões de qualidade da água como temperatura, pH, turbidez e sólidos totais dissolvidos.

2. PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO MONITORAMENTO AMBIENTAL

Os parâmetros de qualidade da água são estimados pelo Índice de Qualidade da Água (IQA) que reúne informações sobre vários parâmetros físicos, químicos e biológicos da água. É através desse índice que é possível informar o público e orientar a gestão e o planejamento da qualidade da água. Atualmente no Brasil, o único órgão responsável pela implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e que utiliza este índice é a Agência Nacional de Águas (Ana, 2005). Apesar de algumas limitações com esses índices, ainda é o principal meio utilizado no país para inferir a qualidade dos recursos hídricos.

Conforme o índice de qualidade da água, existem cerca de nove parâmetros principais para avaliar a qualidade da água bruta, que são: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais dissolvidos (Ana, 2005). Estes parâmetros são

essenciais para definir a qualidade da água, de acordo com características físicas, químicas, biológicas e microbiológicas, sendo assim o monitoramento ambiental da água é um meio essencial para alertas de problemas atuais, contínuos e emergentes, auxiliando na tomada de decisões sobre o gerenciamento da qualidade da água, saúde pública e ambiental (Neves Neto, 2022). Mas também, outros parâmetros podem ser incluídos para ajudar a concluir as características de determinados recursos hídricos, por exemplo, a concentração de metais. Para este trabalho, foram escolhidos quatro parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, turbidez e sólidos totais dissolvidos (TDS).

2.1. TEMPERATURA

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos, como tensão superficial e velocidade. As escalas mais usadas para medir essa grandeza são grau centígrado e grau Celsius (°C), podendo ser medida por diferentes dispositivos, como por exemplo, termômetro ou sensor (Ana, 2005; Pinto, 2007). Dentre as variações de temperatura na água, os organismos aquáticos são afetados pela mudança de temperatura, que causa mudanças no seu crescimento e reprodução. As alterações de temperatura na água ocorrem pelo processo de antropização (por exemplo, efluentes industriais) ou por fontes naturais.

2.2. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma medida de intensidade do caráter ácido de uma solução, dado pela medição de íons hidrogênio (H+) expressa em mols de de íons de hidrogênio por litro de solução (Pinto, 2007). Assim, o pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, e é uma das mais difíceis de interpretar, devido a fatores como a poluição. Conforme a Resolução Conama 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 (Nogueira *et al*., 2015, Gasparotto, 2011).

2.3. TURBIDEZ

A turbidez é uma característica física da água, decorrente da presença de substâncias em suspensão, esta apresenta dificuldade em atravessar certa quantidade de água, a presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa (Nogueira *et al*., 2015; Correia *et al*., 2008).

2.4. SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS

Sólidos na água é toda a matéria que permanece com resíduo, após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura (Agência 2005b).

Os sólidos totais dissolvidos são um dos principais parâmetros de avaliação da qualidade da água, e são dados em mg/L ou parte por milhão (ppm), onde 1ppm equivale a 1mg/L. Conforme o Conselho Nacional de Meio Ambiente, o valor limite de concentração de sólidos totais dissolvidos, para as classes de água destinadas ao consumo humano, é de até 500mg/L (Souza, 2018).

2.5. MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA: TRABALHOS RELACIONADOS

A Internet das Coisas (IoT) surgiu há anos na indústria de tecnologia e é usada em uma ampla gama de áreas e sua aplicação no monitoramento da qualidade da água não é uma novidade. Existem várias tecnologias IoT que podem ser usadas no monitoramento da qualidade da água (Tabela 1). Além disso, existem servidores e dispositivos que também podem ser usados para analisar e processar dados, entre eles estão: PCs industriais que são computadores mais caros, porém, melhor processamento, serviços em nuvem, microcontroladores que são computadores pequenos, como o Arduíno e hardware que pode ser criado para um projeto específico (Miller *et al.*, 2023).

Tabela 1. Tecnologias comuns de IoT usadas para estimar a qualidade da água.

IoT	Descrição	Exemplos	Exemplos no mercado
Sensores	Aparelho usado para medir índices físicos ou químicos.	Sensores de pH, COD, temperatura, $NNH4^{+}$, turbidez e TDS.	Sensores inteligentes M-Node, Sensores de água da YSI e Sensores online da Hach.
Medidores inteligentes	Dispositivo que pode fazer cálculos depois de receber dados de sensor.	Medidor de uso de água e Medidores de gerenciamento de água.	ChloroNet, SeptiNet, MetriNet, Analisadores online da Hach.
Atuadores	Componente de máquina ou sistema que move ou controla o mecanismo do sistema.	Atuadores hidráulicos, Atuadores pneumáticos, Atuadores elétricos, Atuadores térmicos e Atuadores mecânicos	Série Belimo, Soluções Tuya, Soluções Auma.
Gateways	Dispositivo para dispositivo de comunicação ou dispositivo comunicação para a nuvem.	Coletar dados de sensores; transmissão de dados para uma plataforma de nuvem ou outro local; programado para enviar alertas ou notificações.	Siemens e Intel.

Fonte: elaborado pelos autores.

Os principais parâmetros avaliados no controle da qualidade da água incluem níveis de pH, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), turbidez, condutividade, clorofila, demanda química de oxigênio (DQO) e nitrogênio amônico (Miller *et al.*, 2023). Petkovski *et al.*, (2021) ao pesquisarem soluções baseadas em IoT na aquicultura encontraram dezessete tipos de sensores que são utilizados para estimar a qualidade da água, entre eles, a temperatura, pH e OD são os três tipos de sensores mais comumente usados. E o *Raspberry Pi*, Arduino e ESP são os computadores de placa única mais comuns encontrados.

O uso de sensores, dispositivos eletrônicos e sistemas de computador para monitorar a qualidade da água em tempo real é documentado em uma série de trabalhos, onde são aplicados em diversos problemas (Akhter *et al.*, 2022; Ighalo *et al.*, 2021; Madeo *et al.*, 2020; Demetillo *et al.*, 2019; Kelley *et al.*, 2014). Essas tecnologias podem ser introduzidas em rios, riachos, ou em quaisquer outros corpos d'água de interesse, assim como em residências e empresas. A aplicação dessas tecnologias pode agir em diversos problemas, entre eles, detectar vazamentos e fornecer alertas como a presença de diferentes contaminantes no abastecimento de água.

Um sistema IoT é composto por uma sequência de processos que incluem desde sensores, transmissão de dados, armazenamento de dados, processamento de dados, alertas, resposta, visualização de dados e compartilhamento de dados (Miller *et al*., 2023). Portanto, para desenvolver um sistema IoT apropriado para o monitoramento da água é preciso que seja verificada a necessidade do projeto e avaliar quais parâmetros são interessantes para o estudo. Após isso, é importante selecionar quais sensores e outros hardwares são indicados para compor o sistema, visando sempre o custo-benefício, qualidade da coleta e transmissão dos resultados.

Na literatura, são mencionados vários trabalhos que envolvem o monitoramento da qualidade de água e Internet das Coisas (IoT). Camargo *et al.,* (2023*)* pesquisaram quais sensores e dispositivos de baixo custo está sendo usados para monitoramento da qualidade da água. Nessa pesquisa, eles identificaram três fornecedores de sensores o DFRobot, Atlas Scientific e Vernier e os principais parâmetros medido foram o pH (90%), seguido da temperatura (80%), turbidez (59%), OD (38%) e CE (36%). A maioria dos sensores variaram de preço de U$ 6,9 (34 reais) a US $ 169,00 (835 reais), mas podem custar até US $500,00 (2.400 reais).

Além disso, os autores indicaram que o Arduino foi a plataforma mais utilizada nos estudos, isso porque, é um microcontrolador de baixo custo que permite a configuração de dispositivos de entrada e saída podendo conectá-los entre si. O Arduino e suas variantes (Arduino + ESP32, Arduino + *Raspberry Pi* e Arduino + ESP8266) estão entre as plataformas mais utilizadas em 56% das soluções. Uma de suas características positivas é que pode ser conectado a diferentes tipos de sensores, desde analógicos, interfaces digitais padrão e personalizadas. Além disso, a conectividade pode ser usada shields ou placas de comunicação para Wi-Fi, LoRaWan, Bluetooth e Zigbee (Camargo *et al*., 2023).

O uso da Internet das Coisas no monitoramento da qualidade da água apresenta muitas vantagens, porém, existem vários problemas que devem ser investigados. Para uma boa eficiência, alguns pontos devem ser considerados como a qualidade dos dados gerados, gerenciamento desses dados e a segurança. Uma outra preocupação é em relação aos custos dos equipamentos necessários para a implementação e manutenção do sistema IoT. Portanto, é importante que os usuários avaliem minuciosamente as capacidades e limitações de todos os componentes para garantir que ele atenda aos requisitos esperados para a aplicação pretendida.

3. METODOLOGIA

3.1. ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo escolhida é um igarapé que se encontra situado na trilha ecológica do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), localizado no fragmento florestal da bacia hidrográfica do Igarapé da Vovó, situado na Unidade de Desenvolvimento Humano UDH – Distrito Industrial – Mauazinho/ CEASA, na área limítrofe entre a Zona Leste e Zona Sul de Manaus. O igarapé possui um histórico de degradação, isso porque, no passado indústrias foram multadas por depositar resíduos contaminantes diretamente no local. O fragmento limita-se ao norte com as edificações do IBAMA, Indústrias e Rádio, SUFRAMA, SENAI, Hospital Adventista, FUCAPI e outros (Cavicchioli *et al*., 2007).

3.2. MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A MONTAGEM DO SISTEMA

A estrutura básica do sistema consiste em sensores com a capacidade de medir os parâmetros da água, um ou mais microcontroladores que irão ler os sinais analógicos e transmitir para um computador pessoal para visualização de dados (Hong *et al*., 2021). Dessa forma, o sistema irá possuir quatro sensores analógicos para a medição de temperatura, pH, turbidez e TDS (Tabela 2). Arduino é uma das principais plataformas para a aplicação de protótipos microcontrolados, utilizado em Silva (2022) e Ramos (2021) para, respectivamente, monitoramento da qualidade e nível da água, porém, a plataforma não possui nativamente a capacidade de transmissão de dados sem fio. Uma alternativa são os microcontroladores ESP8266 e ESP32.

Tabela 2. Descrição dos tipos de materiais a serem utilizados no protótipo.

Tipo de material	Nome	Modelo	Referência(s)
Microcontrolador	ESP32	ESP32 LoRa SX1278	Neto (2022)
Sensor	Sensor de Temperatura	DS18B20	Silva (2022), Hong et. al (2021) e Neto (2022)
Sensor	Sensor de pH	PH-4502C	Silva (2022) e Neto (2022)
Sensor	Sensor de Turbidez	SEN0189	Neto (2022)
Sensor	Sensor de TDS	SEN0244	Neto (2022)
Alimentação	Painel Solar	Oksn LL-2W	Silva (2022)

Fonte: dados coletados pelos autores.

O primeiro pode substituir por completo a plataforma Arduino em algumas aplicações como em Dantas (2022), enquanto o ESP32 possui mais vantagens em relação ao Arduino Uno (Neto, 2022), de acordo com a figura abaixo. A comparação da figura 1 demonstra que a ESP8266 não poderia ser utilizada no sistema, pois somente possui um único pino com capacidade de Conversor de Analógico para Digital (ADC, em inglês *Analog to Digital Converter*) e seria necessário ao menos quatro para todos os sensores analógicos, logo o ESP32 é mais adequado para a leitura, processamento e transmissão de dados por rede sem fio. A alimentação elétrica do sistema utilizará uma placa solar para alimentar um banco de baterias, realizado em Silva (2022). Para solução e ampliação do projeto é interessante a ideia de acoplar uma placa fotovoltaica a bateria do circuito, possibilitando o uso de energia renovável e sustentável.

Tabela 3. Especificações dos componentes propostos para o protótipo.

Specs/Board	ESP32	ESP8266	ARDUINO UNO
Number of colors	2	1	1
Architecture	32 bit	32 bit	8 bit
CPU frequence	160 MHz	80 MHz	No
Wifi	Yes	Yes	No
Buetooth	Yes	No	No
RAM	512 Kb	160 Kb	2 Kb
Flash	16 Mb	16 Mb	32 Kb
GPIO PINS	36	17	14
Busses	SPI, 12C, UART, I2S, CAN	SPI, I2C, UART, I2S	SPI, I2C, UART
ADC Pins	18	1	6
DAC Pins	2	0	0

Fonte: Expressif; Arduino.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para esta proposta de trabalho foram realizadas pesquisas em referências disponíveis na internet com algumas palavras-chaves "Qualidade da água", "IoT" e "Arduino". As pesquisas desenvolvidas para esta temática estão em crescente desenvolvimento, porém há escassez de um sistema que tenha sido aplicado, alguns descrevem apenas um parâmetro, como por exemplo o pH, mas há poucos trabalhos com a implementação da tecnologia IoT.

O monitoramento de qualidade das águas de igarapés ou rios de Manaus é realizado de forma convencional e manual por pessoas treinadas para realizar as coletas, apesar disso, pode ocorrer contaminação e comprometer a obtenção de resultados eficientes. Sendo assim, é essencial o desenvolvimento de um estudo mais amplo com possibilidade do uso de mais sensores e com conexão sem fio. Neste trabalho também pensamos na possibilidade de ampliação e utilização de uma placa fotovoltaica para alimentar nosso sistema. A partir disso, esperamos que o desenvolvimento desse projeto seja aprovado e melhorado com novas ideias. Acreditamos que dessa forma estamos no caminho da mudança e uso das tecnologias disponíveis para solucionar problemas para a sociedade e proporcionar a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

[1] ANA. **Indicadores de qualidade**: índice de qualidade das águas (IQA). Brasília: Ana, 2005.

[2] AKHTER, F.; SIDDIQUEI, H. R.; ALAHI, M. E. E.; JAYASUNDERA, K. P.; MUKHOPADHYAY, S. C. An IoT-enabled portable water quality monitoring system with MWCNT/PDMS multifunctional sensor for agricultural applications. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 9, n. 16, p. 14307-14316, 2021.

[3] BUDIARTI, R. P.N.; TJAHJONO, A.; HARIADI, M.; PURNOMO, M. H. Desenvolvimento de IoT para sistema automatizado de monitoramento da qualidade da água. **Anais da Conferência Internacional de 2019 sobre Ciência da Computação, Tecnologia da Informação e Engenharia Elétrica (ICOMITEE)**, Jember, Indonésia, 16–17 de outubro de 2019, p. 211–216

[4] CAVICCHIOLI, M. A. B.; PEREIRA, M. V.; SILVA, J. F. Análise ambiental do fragmento florestal urbano na bacia hidrográfica do Igarapé da Vovó. In: REBELLO, A. (Org.). **Contribuições teórico-metodológicas da geografia física**. Manaus: EdUA, 2010, v. 1, p. 221-271.

[5] CHOWDHURY, S.; MAZUMDER, M. J.; AL-ATTAS, O.; HUSAIN, T. Heavy metals in drinking water: occurrences, implications, and future needs in developing countries. **Science of the total Environment**, v. 569, p. 476-488, 2016. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.166.

[6] CORREIA, A.; BARROS, E.; SILVA, J.; RAMALHO, J. Análise da turbidez da água em diferentes estados de tratamento. **VIII Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional**, Natal, 20 a 22 de novembro de 2008.

[7] DAIGAVANE, V. V.; GAIKWAD, M. A. Water quality monitoring system based on IoT. **Advances in wireless and mobile communications**, v. 10, n. 5, p. 1107-1116, 2017.

[8] DANTAS, L. G. **Sistema supervisório para alimentador automático para cachorros e gatos em situação de rua na UFERSA**. 2022. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2022.

[9] CAMARGO, E. T. et al. Low-cost water quality sensors for IoT: A systematic review. **Sensors**, v. 23, n. 9, p. 4424, 2023. https://doi.org/10.3390/s23094424.

[10] DEMETILLO, A. T.; JAPITANA, M. V.; TABOADA, E. B. A system for monitoring water quality in a large aquatic area using wireless sensor network technology. **Sustainable Environment Research**, v. 29, p. 1-9, 2019. https://doi.org/10.1186/s42834-019-0009-4.

[11] NEVES NETO, M. F. M. **Desenvolvimento de protótipo de sistema de baixo custo para monitoramento da qualidade da água de bacias amazônicas**. 2022. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2022.

[12] GHOSH, A. What are the advantages of EPP32 over Arduino UNO? **Techa Peek**. 2019.

[13] HONG, W. J. et al. Water quality monitoring with arduino based sensors. **Environments**, v. 8, n. 1, p. 6, 2021. https://doi.org/10.3390/environments8010006.

[14] IGHALO, J. O.; ADENIYI, A. G.; MARQUES, G. Internet of things for water quality monitoring and assessment: a comprehensive review. In: HASSANIEN, A. E.; BHATNAGAR, R.; DARWISH, A. (Eds.). **Artificial intelligence for sustainable development: theory, practice and future applications**. Singapore: Springer, p. 245-259, 2021.

[15] MADEO, D.; POZZEBON, A.; MOCENNI, C.; BERTONI, D. A low-cost unmanned surface vehicle for pervasive water quality monitoring. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 69, n. 4, p. 1433-1444, 2020. https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2963515.

[16] McGRANE, S. J. Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: A review. **Hydrological Sciences Journal**, v. 61, n. 13, p. 2295-2311, 2016. https://doi.org/10.1080/02626667.2015.112808

[17] MEYER, A. M. et al. Real-time monitoring of water quality to identify pollution pathways in small and middle scale rivers. **Science of the Total Environment**, v. 651, p. 2323-2333. 2019. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.069.

[18] MILLER, J. D.; HUTCHINS, M. (2017). The impacts of urbanisation and climate change on urban flooding and urban water quality: A review of the evidence concerning the United Kingdom. **Journal of Hydrology Regional Studies**, v. 12, p. 345-362. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.06.006.

[19] MILLER, M. et al. IoT in water quality monitoring: Are we really here? **Sensors**, v. 23, n. 2, p. 960, 2023. https://doi.org/10.3390/s23020960.

[20] NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub- bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis**. 2015. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Goiás, Goiânica, 2015.

[21] PETKOVSKI, A.; AJDARI, J.; ZENUNI, X. IoT-based solutions in aquaculture: A systematic literature review. **Proceedings of the 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)**, Opatija, Croatia, 27 September–1 October 2021; pp. 1358–1363.

[22] PINTO, M. C. F. **Manual medição in loco**: temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

[23] RAMOS, J. L. S. **Sistema IoT de monitoramento do nível da água de rios para cidades inteligentes**. 2021. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

[24] RÍOS-VILLAMIZAR, E. A.; PIEDADE M. T. F.; JUNK, W. J.; WAICHMAN, A. V. Surface water quality and deforestation of the Purus river basin, Brazilian Amazon. **Int Aquat Res**, v. 9, p. 81-88, 2017. https://doi.org/10.1007/s40071-016-0150-1.

[25] SILVA, L. D. **Monitoramento de qualidade de água através de sensores robóticos arduino**. 2022. 137 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2022.

[26] SOUZA FILHO, E. A. **Diagnóstico da qualidade das águas do igarapé do Mindu e criação de protótipo de aplicativo para disponibilização de dados em Manaus – Am**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2018.

[27] VARDHAN, K. H.; KUMAR, P. S.; PANDA, R. C. A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. **Journal of Molecular Liquids**, v. 290, p. 111197, 2019. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111197.

[28] VILLARÍN, M. C.; MEREL, S. Paradigm shifts and current challenges in wastewater management. **Journal of hazardous materials**, v. 390, p. 122139, 2020. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.122139.

[29] YAROSHENKO, I. et al. Real-time water quality monitoring with chemical sensors. **Sensors**, v. 20, n. 12, p. 3432, 2020. https://doi.org/10.3390/s20123432.

Capítulo 5

Sensor de monitoramento de umidade do solo com arduino

Edilani Viana Oliveira[1]
Liane Wailla Leite Jardim Pimenta[2]
Vanessa Oliveira de Souza[3]
Vitor Bremgartnerda Frota[4]
Daniel Nascimento-e-Silva[5]

Resumo: A atividade agrícola é um dos setores mais importante da economia, pois é responsável pela a produção de alimentos. No entanto é a atividade econômica que mais utiliza agua, aproximadamente 70%, os recursos hídricos é um dos bens naturais que mais se tem atenção e campanhas a favor do uso consciente por isso se faz necessário otimizar as técnicas agrícolas, buscando meios de melhorar o sistema de irrigação, para evitar o desperdício de agua utilizada de modo a prover elementos que favoreçam o crescimento saudável dos vegetais aliado a economia de agua .Este projeto tem como objetivo a construção de um sensor de umidade de solos utilizando Arduino, que vai detectar a umidade por meio de sua resistência elétrica, fornecendo dados referente a agua absorvida pelos vegetais cultivados, controlando e alertando quanto ao fornecimento de agua na medida certa. A preocupação não é apenas em relação ao desperdício da água, mas também a consequências que causa ao próprio solo como a perda de nutrientes, redução de oxigênio presente bem como o desequilíbrio na temperatura dos vegetais .

Palavras-Chaves: Sensor de umidade de solo; Economia de agua; Irrigação.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[5] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as inovações tecnológicas vem sendo uma aliada nos projetos de sustentabilidade. Nesse contexto, a Internet das coisas aplicada a agricultura é uma ferramenta que permite o trabalho agrícola baseado em tecnologias ao mesmo tempo que promove o cultivo de vegetais de forma sustentável. A automação no meio rural é uma realidade (Carvalho; Araújo, 2011). Ela ocorre em todas as etapas dos sistemas de produção (preparo e plantio, colheita, tratos culturais, processamento etc.) visando o aumento da produtividade; otimização do uso do tempo, insumos e capital; redução de perdas na produção; aumento da qualidade dos produtos e melhoria da qualidade de vida do trabalhador rural. Entretanto, a introdução dos novos conceitos da ap e das ferramentas da era digital, com grande conectividade e integração de sensores e dados, tem gerado novas demandas tanto em termos de novos dispositivos como de integração de sistemas, de novos métodos e protocolos (Bassoi, *et al*.,2019).

O monitoramento da umidade do solo é muito importante para o controle da irrigação, pois a partir dele é possível saber a quantidade de água a ser aplicada sabendo que tanto a falta quanto o excesso de água comprometem o desenvolvimento dos vegetais por meio da perda de nutrientes bem como a diminuição do oxigênio.

A idéia de sustentabilidade no manejo da agua não é algo que pode ser colocada apenas a nível empresarial e aplicada para setores considerado mais relevante como latifúndios agrícola, mas também pode ser idealizada nas pequenas coisa que fazem a diferença em um todo como por exemplo em um domicilio. Muitas pessoas implantam em seus jardins, canteiros, hortas regadores para distribuição da água contudo não há controle da quantidade de água distribuída sem a preocupação com a necessidade real da planta.

O Desenvolvimento de um dispositivo capaz de medir a umidade do solo de propriedades agrícolas e jardim domésticos de pequeno porte irá promover um equilíbrio no manejo da agua no processo de irrigação, trazendo economia para o proprietário e beneficio para o meio ambiente. O solo perfeito com níveis de umidade ideal deve está acima de 60%. O objetivo do projeto de monitoramento de umidade do solo é alertar por meio de envio de informação quando a umidade estiver abaixo do valor de 60%, o sistema deverá enviar um SMS para o celular do usuário alertando a quantidade necessária de irrigação.

2. CONHECENDO O ARDUINO

O Arduino é um dispositivo simples, barato e fácil de ser programado, que aceita uma grande quantidade de periféricos e sensores, viabilizando projetos dos seus usuários, dos mais diversos tipos. A função do Arduino é principalmente interagir com outros componentes eletrônicos. O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar. Ao longo dos anos, o Arduino tem sido o cérebro de milhares de projetos, de objetos cotidianos a instrumentos científicos complexos. Uma comunidade mundial de criadores -estudantes, amadores, artistas, programadores e profissionais se reuniu em torno desta plataforma de código aberto, suas contribuições se somaram a uma incrível quantidade de conhecimento acessível que pode ser de grande ajuda para novatos e especialistas (Banzi, 2018).

Figura 1. Arduino Uno

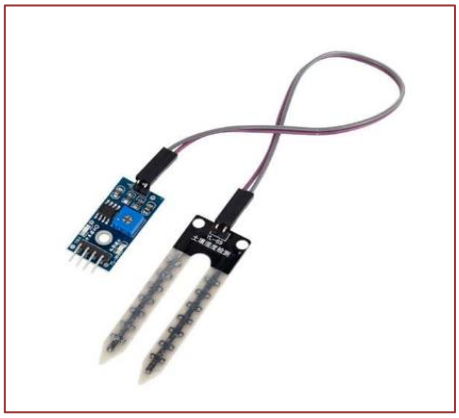
Fonte: Arduino.cc

Em termos práticos, um Arduino é um pequeno computador que pode ser programado para processar entradas e saídas entre dispositivos e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software. O arduino é um dispositivo que foi desenvolvido na Itália, em 2005 por um grupo de cinco pesquisadores com o objetivo em facilitar o desenvolvimento de projetos possibilitando carregar um programa que vai interagir com sensores de dados que são inseridos na entrada de informações da placa executando funções programadas.

2.1. SENSOR DE UMIDADE DO SOLO

Os sensores são dispositivos com a capacidade de detectar estímulos físicos, químicos ou biológicos e dar respostas por meio de sinais de advertência. Existem sensores de vários tipos com diferentes finalidades, como por exemplo em portas, leitores de código de barras, agrícolas, etc. Um dos sensores existente que é utilizado em aplicações como irrigação do solo, hortas, plantações, estufa, setor agrícola e agropecuário é o de Umidade do solo.

Figura 2. Sensor de umidade do solo



Fonte: MakerHero.

O sensor de umidade do solo tem como função analisar se a presença ou a falta de água na terra onde a vegetação está inserido. Sensores de umidade do solo funcionam com dois eletrodos para conduzir corrente elétrica pelo solo, fazendo a leitura de umidade relativa por comparação com a resistência, pois a água diminui a resistência, enquanto o solo seco conduz com mais dificuldade.

2.2. NÍVEL DE UMIDADE DO SOLO

Umidade no solo é toda a quantidade de água presente nos poros do terreno em níveis equilibrado. Como destaca Souza *et al.* (2018), as características físicas dos solos são fundamentais para determinar a capacidade natural do mesmo em suportar este ou aquele tipo de cobertura vegetal, seja esta cobertura o bioma característico da localidade, seja o cultivo realizado pelo homem, para isto, as condições físicas como textura, estrutura, permeabilidade, porosidade são muito importantes, sem esquecer a dinâmica da água nos mesmos, que tem papel fundamental na manutenção da vegetação e na infiltração, sendo que a textura influencia ainda na aptidão agrícola, no percentual de nutrientes e na dinâmica hidrológica do solos (FLORA, *et al*).

Preservar a **umidade do solo** é fundamental para o desenvolvimento do cultivo dos vegetais. É necessário observar a quantidade de água que os vegetais precisam para se desenvolverem.

A medida do nível de umidade do solo é feita por meio da resistência apresentada, quanto menor mais úmido é o solo.

3. METODOLOGIA

A proposta é utilizar o Sensor de Umidade do Solo em conjunto com o Arduino e medir a umidade do solo em um vaso com terra. Estas medições serão exibidas no monitor serial do ambiente de programação do Arduino.

3.1. MATERIAIS NECESSÁRIOS

1 Arduino com Uno com Cabo USB

1 Sensor (Medidor) de Umidade do Solo (Higrômetro)

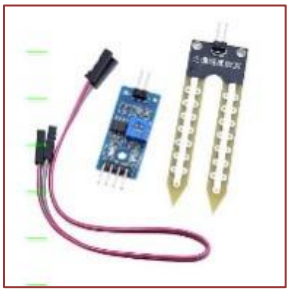
1 Circuito comparador

2 Cabos Jumper fêmea-fêmea

1 Vaso com terra seca

Figura 3. Arduino Uno

Figura 4. M´pdulo Sensor de Umidade do Solo



Fonte: Arduino.cc e MakerHero

3.2. LIGAÇÃO DO DISPOSITIVO

Iniciamos fazendo a ligação eletrônica do sensor de umidade do solo com circuito comparador com fios Jumper fêmea e em seguida conectar com o Arduino. O circuito comparador possibilita interpretar a umidade e passar a informação para o Arduino. Após as conexões, no computador é gerado um código que serve para fazer a leitura e apresentar dados, bem como emitir alertas referente a umidade. O sensor é composto por dois materiais condutores que estão exposto e será enterrada na terra.

O nível de umidade do solo que o sensor emite ocorre por meio da resistência presente pois quanto mais úmido é o solo, menor é o valor de resistência elétrica que o sensor emite em seu sinal de saída. Isso ocorre devido à presença de água no ambiente, pois a água conduz eletricidade e, quando não está presente, a corrente encontra maior resistência tornando o solo mais seco.

3.3. MENSURAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO A PARTIR DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A medida da umidade de um solo através da resistência elétrica é um método indireto que se utiliza de eletrodos inseridos em meios porosos, normalmente gesso, determinando-se a passagem da corrente elétrica entre esses eletrodos. Ao entrar em contato com a água, há formação de íons cálcio (Ca2+) e sulfato (SO4 2-), que constituem os transportadores eletrolíticos responsáveis pela transmissão da corrente elétrica entre os eletrodos. Mostra Nacional de Robótica (MNR) 3 Quanto maior a concentração desses íons, menor será a resistência elétrica entre os eletrodos. A produção dos blocos de gesso e eletrodos é de baixo custo, viabilizando a construção de sensores de umidade utilizando esse método

Figura 5. Arduino mega

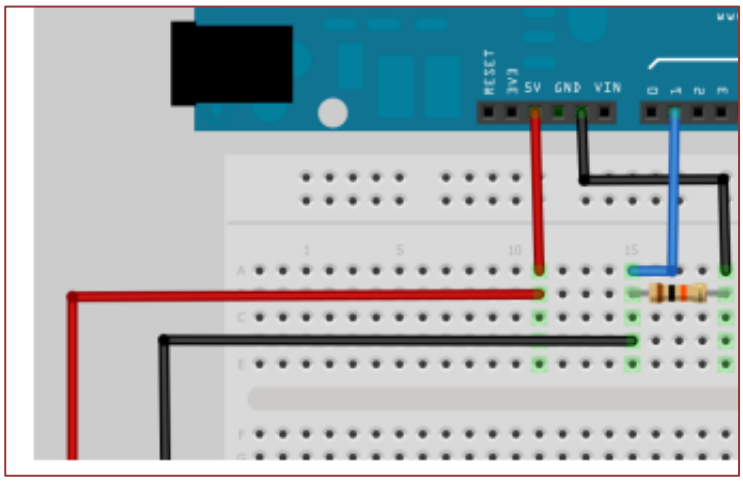
Fonte: Eustaquio (2016).

Para processar as informações dos sensores, o projeto utilizará uma placa Arduino Mega. O Arduino consiste em um projeto de hardware open-source que atua como um sistema embarcado capaz de realizar processamentos diversos. Mais informações sobre o Arduino estão disponíveis no site oficial do projeto.

3.4. SENSOR DE UMIDADE DE SOLOS

O sensor a ser construído utiliza um método de medição indireta da umidade do solo, através da medida da resistência entre dois eletrodos de cobre dispostos em um bloco de gesso – material permeável – que estabelece um equilíbrio iônico com o solo, absorvendo ou liberando água. A variação da umidade no bloco de gesso se dá de maneira inversamente proporcional à variação de umidade do solo. Além disso, o gesso úmido atua como sistema tamponante, evitando que pequenas variações de salinidade do solo possam interferir nas medidas. O circuito eletrônico do sensor de umidade de solos está representado na figura 6.

Figura 6. Esquema de montagem do sensor de umidade de solos



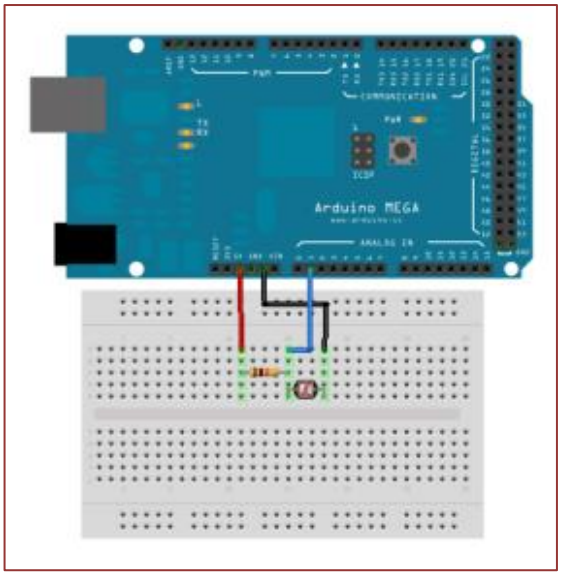
Fonte: Eustaquio (2016).

Um dos eletrodos é conectado diretamente à fonte de tensão de 5 V do Arduino. O outro eletrodo é conectado a uma porta analógica e a um resistor de 10 KΩ que, por sua vez, conecta-se a uma porta GND. Os valores obtidos pelo sensor serão interpretados na faixa compreendida entre 0 e 1023 e, caso seja necessário, será adicionado um potenciômetro para calibrar as medidas dentro da faixa desejada.

3.5. SENSOR DE LUMINOSIDADE

Para determinar os períodos de maior absorção de água por parte dos vegetais, será acoplado ao sistema um sensor de luminosidade, construído com base em um resistor dependente de luminosidade (LDR). Esse componente eletrônico apresenta resistência variável em função da luminosidade, tornando possível a medida desta condição do ambiente.

Figura 7. Esquema do sensor de luminosidade utilizando LDR

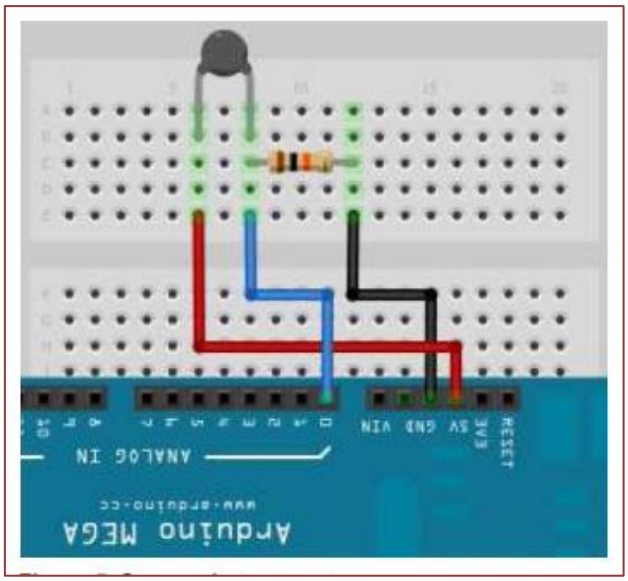


Fonte: Eustaquio (2016).

3.6. SENSOR DE TEMPERATURA

A vaporização da água em um solo e a absorção de água por um vegetal são influenciadas pela temperatura. Torna-se evidente a importância de registrar as temperaturas durante as medições para possibilitar uma comparação de dados mais confiáveis. Um termistor é um controlador térmico, que consiste numa resistência sensível cuja função principal é exibir uma mudança grande, previsível e precisa em resistência elétrica quando um equipamento ou produto sofrer uma mudança na temperatura de corpo. Um termistor de Coeficiente de Temperatura Negativo (NTC) (Negative Temperature Coefficient) exibe uma diminuição em resistência elétrica quando submetido a um aumento de temperatura do equipamento e um termistor de Coeficiente de Temperatura Positivo (PTC) (Positive Temperature Coefficient) exibe um aumento em resistência elétrica existe um aumento da temperatura do equipamento.

Figura 8. Sensor de temperatura.



Fonte: Eustaquio (2016).

Com base na funcionalidade da miniestação e do software através de seu uso conjunto, pode inferir que se trata de uma alternativa barata, que apesar de não apresentar a mesma acuraria como uma estação convencional, seu uso se justifica devido ao seu baixo custo, e benefícios por dispor dados climáticos que auxiliem no manejo de atividades agropecuárias e de irrigação. Moreira (2019) também produziu uma miniestação com Arduino e concluiu que seu uso é viável e acessível, do mesmo modo, Sarmento (2019) constatou que por seu baixo custo comparado com equipamentos profissionais e pela possibilidade de coletar dados e armazenar em cartões seu uso é justificável.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos permitirão o desenvolvimento de sensores similares e seu uso em cultivos, construindo um banco de dados que poderá ser utilizado para acompanhamento da evolução dos vegetais e do consumo de água envolvido. Como perspectiva, o sensor será testado em outros tipos de solos e espécies vegetais para comparação dos dados e aperfeiçoamento do sistema. Posteriormente, será desenvolvido um sistema de integração entre Arduino e internet, permitindo aos usuários do sistema a conferência dos dados e monitoramento dos dados do sistema em tempo real através de computadores e/ou smartphones.

REFERENCIAS

[1] CARDOZO, L. F.; FERREIRA, A. F. Automação residencial com arduino. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 2, p. 622-634, 2023

[2] CARVALHO, E. S.; ARAUJO, L. A. O. Irrigação inteligente. **Anuário da produção de iniciação científica discente**, v. 13, n. 17, p. 323-336, 2011.

[3] EUSTAQUIO, J. F. L. L. et al. **Construção e desenvolvimento de um sensor de umidade de solos utilizando Arduino**. Jaboatão: Fundação Bradesco, 2016.

[4] FLORA, M. P. et al. Construção e validação de uma mesa de tensão para determinação de atributos físico-hídricos do solo. **Anais do VIII ENEPEX; XII EPEX, ENIC**, Online, 7 a 11 de novembro de 2022.

[5] McROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

[6] MENDES, P. C. S. **Caracterização de um sensor para medição de umidade do solo com termo-resistor a temperatura constante**. 2006. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

[7] MOREIRA, E. D. M. **Desenvolvimento de uma miniestação meteorológica de baixo custo baseada na plataforma Arduino**. 2019. 48 f. Monografia (Graduação em Redes de Computadores). Universidade Federal do Ceará, Quixadá, 2019

[8] SARMENTO, F. D. L. **Central de monitóramento de variváveis climaticas utilizando um sistema embarcado**. 2019. 41f., il. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural do Semi-árido, Pau dos Ferros, 2019.

Capítulo 6

Sistema casa inteligente: aplicação de Smart Grid

Francisco Freires dos Santos Junior[1]
Valéria Christina Araújo Monteiro[2]
Vanessa do Nascimento Damasceno[3]
Vitor Bremgartner da Frota[4]
Daniel Nascimento-e-Silva[5]

Resumo: A evolução da Smart Grid rumo a Internet das Coisas (IoT) é entendida como uma evolução do sistema elétrico atual, além de ser uma tendência natural que prevê uma enorme importância no que diz respeito às infraestruturas críticas elétricas de todos os países. A atualização dos sistemas Smart Grid para o contexto da IoT trará potencial para as bases alcançarem benefícios futuros, permitindo com que novas oportunidades do mercado de Smart Grid surjam e agreguem valor por meio de inovações inteligentes, que pode levar a reduções dos custos de produção e manutenção de sistemas simultaneamente. Diante disto, este trabalho propôs a aplicação de smart grid para casa inteligente. Então é possível verificar que o uso de smart grid em uma casa pode ser uma opção para monitoramento ambiental e acaba sendo um incentivo para o uso de energia solar pois ajuda a economizar muito na conta de luz, mas se ela for utilizada em conjunto com a Smart Grid, o consumidor poderá otimizar o uso da sua eletricidade e economizar conscientemente mas é necessário que as tecnologias ainda precisam avançar muito, em comparação a outros países que já apresentam um avanço grande com as redes inteligentes.

Palavras- chave: IoT, smart grid, monitoramento, ambiental.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[5] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas, ou simplesmente chamada de IoT vem mudando a forma na qual a computação e, principalmente, a automação vem mudando as rotinas das atividades diárias. Porém, ainda que timidamente, estas tecnologias já vêm impactando fortemente em áreas como a educação, negócios, medicina, comunicação, governos, e na agricultura. Entre os principais motivos de preocupação ou empecilho para adoção de tecnologias IoT como facilitadores nos diversos contextos, estão o custo para aquisição da infraestrutura e a complexidade de implantação nos mais diversos meios (Muxito, 2018).

Mas a Rede Inteligente (Smart Grid), a rede elétrica inteligente, pode ser vista como a maior instância da rede IoT no próximo futuro. Toda a cadeia da rede elétrica, desde a geração da usina de energia até a eletricidade final consumidores (casas, edifícios, fábricas, iluminação pública, veículos elétricos, aparelhos inteligentes, etc.), incluindo redes de transmissão e distribuição de energia, serão preenchidas com inteligência e comunicação bidirecional com capacidade para monitorar e controlar a rede elétrica em qualquer lugar, com granularidade fina e alta precisão. Por exemplo,casas inteligentes, serão equipadas com medidores inteligentes e aparelhos inteligentes, enquanto geradores de energia e elétricos, redes de transmissão e distribuição serão equipadas com vários sensores e atuadores. O objetivo do SG é manter um equilíbrio em tempo real entre geração e consumo de energia, permitindo um monitoramento refinado e controle sobre a cadeia de energia, graças ao grande número de objetos inteligentes de comunicação bidirecional (smart medidores, aparelhos inteligentes, sensores, atuadores, etc.) (Carnaz, 2016).

Com a expansão das cidades e a proliferação da população, aumentou a necessidade de um tipo de rede elétrica flexível e inteligente que pudesse acomodar a demanda diversificada de diferentes clientes. Em um sistema de rede inteligente, os recursos de energia renovável, como eólica, solar e unidades de armazenamento de energia, são integrados ao sistema de rede. Essas novas tecnologias de geração de energia, que podem ser menores, mais amplamente distribuídas e ecologicamente corretas, podem preservar a resiliência da rede e dispersar os centros de sobrecarga. A rede inteligente emprega uma ampla rede de sensores suportada por um sistema de comunicação bidirecional para monitoramento constante do status da rede. A rede de comunicação bidirecional permite a troca de dados de medição e sinais de controle entre entidades da rede, melhorando o monitoramento e gerenciamento da rede e dos ativos do usuário. Além disso, para processar os dados coletados dentro dos prazos necessários, a rede inteligente deve ser suportada por recursos computacionais suficientes. O controle e o monitoramento são realizados de forma mais distribuída, pois o volume de dados coletados é enorme e os sensores estão dispersos por toda a rede (Goudarzi, 2022).

Portanto, este trabalho tem como objetivo propor uma ideia envolvendo IoT e meio ambiente, então pensando nisso a proposta criada é a aplicação de smart grid como sistema de uma casa inteligente pois mostra seu potencial para fornecer uma excelente solução para problemas recentes de transição de uma rede elétrica tradicional para uma rede inteligente modernizada. A adoção da tecnologia IoT está crescendo em popularidade para as atuais aplicações de smart grid em estruturas residenciais e comerciais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A IoT inclui dois conceitos: "Internet" e "Coisa", em que "Internet" se refere a "A rede mundial de redes de computadores interconectadas", baseada em um padrão, protocolo de comunicação, enquanto "Coisa" refere-se a "um objeto não identificável com precisão". Esses conceitos significam que todo objeto pode ser endereçável por um IP (Internet Protocol), podendo atuar em um espaço inteligente. Outra definição de IoT é uma infraestrutura de rede global dinâmica auto configurada com padrões e protocolos de comunicação interoperáveis onde os e "coisas" virtuais têm identidades, atributos físicos e personalidades virtuais, e estão perfeitamente integrados na infra-estrutura de informação". De fato, IoT é a rede global resultante que interconecta objetos inteligentes por meio de tecnologias estendidas da Internet, o conjunto de tecnologias de suporte necessárias para concretizar tal visão (incluindo, por exemplo, RFIDs, sensores/atuadores, máquina-a-máquina dispositivos de comunicação, etc.) e o conjunto de aplicativos e serviços que utilizam essas tecnologias para abrir novos negócios e oportunidades de mercado (Carnaz; Nogueira, 2016).

Muitos produtos IoT utilizam como hardware as placas Arduíno embarcado por serem simples e de baixo custo. Essas placas estão em geral conectadas a sensores e atuadores acoplados à “coisa” que será conectada à rede. Sensores são dispositivos que respondem a estímulos, tais como luz e calor. Um estímulo capturado por um sensor é utilizado como entrada de dados em um sistema que os processa e como resultado pode interferir no ambiente através de atuadores, como, por exemplo, um motor. Desta forma, através dos dados coletados pelos sensores a placa Arduino pode se comunicar com um sistema computacional que fará o processamento desses dados e decidirá como atuar no ambiente. O Arduino tem um poder computacional relativamente baixo. Por isso é comum que se comunique com um servidor mais robusto capaz de realizar processamentos mais complexos (Mascarenhas, 2021).

As pesquisas sobre IoT estão se tornando cada vez mais populares devido a visão de que a internet das coisas fornece diversas oportunidades para os usuários físicos, empresas e órgãos públicos. Para pessoas físicas ou grupo de pessoas os benefícios e usabilidade da IoT já podem ser visualizados em sistemas de “casas inteligentes” ou “edifícios inteligentes”. Para as indústrias uma ampla gama de aplicações da internet das coisas foi desenvolvida e implantada nos últimos anos na Indústria 4.0. Essa aplicabilidade pode ser observada em diversos setores produtivos como cuidados com saúde, monitoramento ambiental, inventário, segurança, gestão da produção, entre outros (Silva, 2020).

O sistema elétrico tradicional apresenta um fluxo unidirecional, isto é, possui apenas um sentido e é geralmente utilizado para transportar energia elétrica para clientes finais. Por sua vez, segundo (Fang et al., 2012), as SG podem ser entendidas como nada mais do que um sistema que utiliza tecnologias de computação e comunicação para a modernização do seu próprio sistema de geração, transmissão e distribuição de energia, mudando o fluxo unidirecional utilizado pelo sistema convencional para um fluxo bidirecional de dados e energia, criando, assim, uma rede de distribuição de energia mais avançada e automatizada.

Além dos domínios utilizados no sistema elétrico convencional, de geração, transmissão e distribuição, foi incluído, também, os domínios de cliente, mercados, operações e provedor de serviços. Cada domínio é formado por um ou mais atores que podem incluir dispositivos, sistemas ou programas típicos do setor de energia.

O estudo de Ekanayake et al. (2012) apresenta a visão geral das tecnologias necessárias para a SG. Para atender aos diferentes requisitos da SG, as seguintes tecnologias devem ser desenvolvidas e implementadas: a) tecnologias da informação e comunicação, b) Tecnologias de detecção, medição, controle e automação e c) a eletrônica de potência e armazenamento de energia.

As tecnologias da informação e comunicação: tecnologias de comunicação bidirecional para fornecer conectividade entre diferentes componentes, arquiteturas abertas para plug-and-play de eletrodomésticos e veículos elétricos, software e hardware necessários para fornecer aos clientes melhores informações, softwares para garantir e manter a segurança das informações e, por fim, fornecer padrões para escalabilidade e interoperabilidade dos sistemas de informação e comunicação.

As tecnologias de detecção, medição, controle e automação são IEDs para fornecer relés de proteção avançados, medições, registros de falhas e registros de eventos do sistema. Sensores integrados, medições, sistemas de controle e automação e tecnologias de informação e comunicação para fornecer diagnóstico rápido e respostas rápidas a qualquer evento em diferentes partes do sistema. Aparelhos inteligentes, comunicação, controle e monitores para maximizar a segurança, o conforto, a conveniência e a economia de energia das residências. Medidor inteligente, monitores e softwares para permitir que os clientes tenham mais opções e controle sobre a eletricidade.

A eletrônica de potência e armazenamento de energia: transmissão de alta tensão e sistemas flexíveis de transmissão para permitir o transporte a longa distância e a integração de fontes de energia renováveis. Diferentes interfaces eletrônicas de potência e dispositivos de suporte de potência para fornecer conexão eficiente de fontes de energia renováveis e dispositivos de armazenamento de energia. Capacitores em série, controladores de fluxo de energia unificados e outros dispositivos para fornecer maior controle sobre os fluxos de energia na rede. Integração dos componentes mencionados juntos com comunicação e controle integrados para garantir maior flexibilidade do sistema, fornecer confiabilidade e qualidade de energia. Armazenamento de energia para facilitar maior flexibilidade e confiabilidade do sistema de energia.

Então as Redes Elétricas Inteligentes (Smart Grid) foram proposta com a perspectiva de modernizar um sistema crítico essencial (energia) a partir de um ecossistema de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) inovadoras e emergentes para a criacão de uma rede de distribuicão de energia automatizada, inteligente e amplamente distribuída [Fang et al. 2012]. Com o passar dos anos, a lista de tecnologias emergentes foi mudando, permitindo que novas TIC's fossem incorporadas ao ecossistema SG deixasse de ser tendência, tornando-se realidade. Essa lista de TIC's hoje é encabeçada pelo paradigma da Internet das Coisas (IoT, Internet of Things), a computação em nuvem e também pela extensão da nuvem nas premissas da bordas do espaço cibernético, denominada computação nas bordas (Negash et al. 2018).

3. MÉTODOS PROPOSTOS

A implantação das Smart Grids para Casa Inteligente (Smart Home) deve se dar em 3 frentes. A primeira é a inteligência ao sistema de fornecimento de energia elétrica – geração, transmissão e distribuição –, promovendo robustez, segurança e agilidade na rede. A segunda é a substituição dos medidores eletromecânicos por eletrônicos inteligente poderão ser obtidas Informações tais como: consumo de energia por horário,

acesso à memória de massa; indicativos da qualidade da energia ofertada pelas concessionárias, permitindo que a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) possa, por exemplo, reduzir o valor cobrado pela energia caso os indicadores fiquem fora do padrão de qualidade estabelecido. Já as concessionárias poderão realizar corte e religamento remotos, oferta pré-paga de energia (comunicação de dados uni ou bidirecional do medidor ao centro de medição) e obter uma redução de custos operacionais. A terceira é a inteligência nos centros consumidores - residências com eletrodomésticos inteligentes interconectados ao medidor, permitindo melhor gestão do consumo energético, comunicação bidirecional de energia por meio da geração distribuída com fonte solar, eólica ou biomassa, e armazenamento de energia com o uso dos carros elétricos.

Figura 1. Casa inteligente

Fonte:https://loja.intelbras.com.br/casa-inteligente.

3.1. DESAFIOS DE IMPLANTAÇÃO DAS TECNOLOGIAS SMART GRID E IOT PARA CASAS INTELIGENTES

A automação, controle e tecnologia da informação contidas nas redes elétricas inteligentes e nas cidades inteligentes possibilita a implantação de ambientes onde todos os objetos podem ser unicamente identificados, reconhecidos, localizados e endereçados. Esta aplicação vem sendo chamada de Internet of Things (IoT) – ou Internet das Coisas.

As tecnologias e inovação de dispositivos de eletrônica de potência são dispositivos capazes de controlar o sistema de energia elétrica com a velocidade e precisão dos microprocessadores, porém atuando em níveis de potência milhões de vezes maior. São elas:

- Geração Distribuída e Microgeração: localização da geração próxima ao uso final, com potencial para melhorar a confiabilidade e segurança de comunidades e consumidores individuais.
- Dispositivos de Armazenamento de Energia: melhoram o suprimento a carga sensíveis a flutuações na qualidade de energia da rede.
- Sistema Integrado de Comunicação: permite comunicação instantânea entre todos os equipamentos críticos do sistema, permitindo o monitoramento, controle e correção.

- Sensores: redes de sensores inteligentes.

3.2. ALGUNS DADOS COMPLEMENTARES

A Ericsson estimava que em 2020 mais de vinte bilhões de dispositivos estarão conectados à rede mundial, enquanto a empresa americana Cisco avalia que o valor adicionado gerado pela IoT será de US$ 14,4 trilhões entre 2013 e 2022. Esse universo de possibilidades desperta o interesse das maiores corporações de TICs no mundo, como Google, IBM, Intel, entre outras.

No Brasil, a perspectiva de substituição de um parque de mais de 65 milhões de medidores – com investimentos em equipamentos e softwares de medição, automação, tecnologia da informação (TI), telecomunicações e dispositivos de geração distribuída, pode alcançar, segundo estudo da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), de R$ 46 bilhões a R$ 91 bilhões até 2030.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível verificar que o uso de smart grid em uma casa pode ser uma opção para monitoramento ambiental, uma vez que tem o objetivo de coletar dados e transmitir a informação em tempo real, uma smart grid prevê, aborda e resolve problemas, evitando que aconteça qualquer interrupção de serviço. E acaba sendo um incentivo para o uso de energia solar pois ajuda a economizar muito na conta de luz, mas se ela for utilizada em conjunto com a Smart Grid, o consumidor poderá otimizar o uso da sua eletricidade e economizar conscientemente. Porém, foi possível perceber por meio das pesquisas que o Brasil ainda está muito distante de ser um país das Smart Grid, visto que as tecnologias ainda precisam avançar muito, em comparação a outros países que já apresentam um avanço grande com as redes inteligentes.

REFERÊNCIAS

[1] CARNAZ, G.; NOGUEIRA, V. B. An overview of IoT and healthcare. 2016. In: **Actas das 6as Jornadas de Informática de Universidade de Évora**. Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, p. 1-12, mar. 2016.

[2] EKANAYAKE, J. B. et al. **Smart grid**: technology and applications. New York: John Wiley & Sons, 2012.

[3] FANG, X. et al. Smart grid - the new and improved power grid: A survey. **IEEE communications surveys & tutorials**, v. 14, n. 4, p. 944–980, 2012. https://doi.org/10.1109/SURV.2011.101911.00087.

[4] GOUDARZI, A. et al. Uma pesquisa sobre redes inteligentes habilitadas para IoT: emergentes, aplicativos, desafios e perspectivas. **Energias**, v. 15, n. 19, p. 6984, 2022.

[5] MASCARENHAS, A. P. F. M. et al. Desenvolvimento de produtos IoT. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 7, n. 1, p. 4711-4724, 2021.

[6] MORAES, J. M. et al. Internet das Coisas (IoT): casa inteligente, definições e aplicações. **Revista Brasileira em Tecnologia da Informação**, v. 4, n. 2, p. 31-37, 2022.

[7] MUXITO, E. M. et al. IoT na agricultura: automação de pivôs e canais de irrigação com arduino e webservice. In: **III Congresso Internacional Adventista de Tecnologia–CIAT**, Hortolândia, 26 a 28 de setembro de 2018.

[8] NEGASH, B. et al. Fog computing fundamentals in the internet-of-things. In: RAHMANI, A, M. et al. (Eds.). **Fog Computing in the internet of things**: Intelligence at the edge. Cham: Springer International Publishing, p. 3–13, 2018.

[9] RIVERA, R.; ESPOSITO, A. S.; TEIXEIRA, I. **Redes elétricas inteligentes (smart grid)**: oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local. Rio de Janeiro: BNDES**,** 2013.

[10] SILVA, E. C.; ESPEJO, M. M. S. B. Internet of things (IoT) no agronegócio. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 4, n. 1, 2020.

Capítulo 7

Viabilidade do uso de IOT para Educação Ambiental: a área de estudo da app do Igarapé da Vovó

Gerson Vilaça dos Santos[1]
Vitor Bremgartner da Frota[2]
Daniel Nascimento-e-Silva[3]

Resumo: Dentro da proposta de uso da internet das coisas(IoT), o referido artigo vem trazer uma proposta de integração dos cursos tecnológicos com as disciplinas de meio ambiente aplicadas a a um estudo de caso simplificado, que visa ter paramentos, que possam ser capaz de se fazer, uma descrição, de como se encontra o microclima da APP Igarapé da Vovó, localizada na área do distrito industrial de Manaus, através da participação dos alunos do IFAM-CMDI, potencializando o uso da trilha ecológica do local, como laboratório prático, usando os dados obtidos, para uma análise comparativa de como as variáveis, tanto do entorno, como no interior do fragmento florestal, são influenciados pela arquitetura do entorno. E usando esse conhecimento, criar um banco de dados, que possa ser utilizado como meio de consulta e atualização complementar, para futuros projetos e estudos relacionado com a temática: meio ambiente, mais especificamente, relacionado com a área de proteção permanente Igarapé da vovó.

Palavra chave: internete das coisas, obtenção de parâmetros ambientais, APP do Igarapé da vovó, alunos do ensino médio.

[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Meio Ambiente e Suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

Na produção acadêmica é importante estarmos atentos as oportunidades que se apresentam no decorrer das experiências vividas, que venham possibilitar o compartilhamento de conhecimento e de informações úteis, para o crescimento da academia e de toda a comunidade que cerca as nossas atividades. Como formadores de opinião e conhecimento, e uma dessa situações é o uso da APP Igarapé da vovó como um laboratório de monitoramento do seu micro clima, fazendo uso da internet das coisas com uso de micro controladores, sensores e internet em nuvem para caracterizar e comparar as condições microclimáticas do interior da APP com outros ambientes tão antropizado quanto, mostrando que é possível a interação da tecnologia e do meio ambiente para construção de conhecimento. Pensando nisso surge a ideia de se propor o uso interativo do espaço da trilha da APP como laboratório experimental de obtenção de dados atmosféricos usando: dispositivos idealizados por alunos, com sensores, comparando-os, com dados de outros locais, que a priori, seriam a própria área do IFAM ou a área da via do entorno, pra mostrar quão é a diferença dos parâmetros e qual a influência do entorno nos resultados.

Na APP da vovó existe uma trilha ecológica utilizada para educação ambiental do IFAM- CMDI, seria interessante o uso do espaço para a instalação de micro sensores, afim de se realizar a leitura de alguns parâmetros como: umidade, temperatura, etc, usando a internet das coisa para mostrar a interdisciplinaridade dos usos tecnológicos dentro da educação técnico profissional do instituto, aplicada ao meio ambiente. Neste sentido, este estudo teve como objetivo utilizar a internet das coisa (IoT), como proposta, para realizar uma descrição do microclima do fragmento de floresta da APP Igarapé da vovó, utilizando IoT e micro sensores, para aplicação em educação ambiental em ensino tecnológico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. INTERNET DAS COISAS (IOT)

O conceito internet das coisa (IoT), é uma ideia de ligação e incorporação de todas as informações construídas ao longo do tempo, de evolução tecnológica, de dados construídos em máquinas e produtos para a satisfação das necessidades humanas, dentro de todo o contexto evolutivo (Ferrasi; Galvani; Morgado, 2016). A partir da disseminação de dados e parâmetros utilizados na execução das atividades afins humanas, sendo na indústria, no entretenimento, na gastronomia e de outros assuntos, lincados a atividades das quais fazem parte o cotidiano do homem moderno, surge o conceito de ensinar máquinas a fazerem as coisas (Neves, 2020), ou atividades com mais autonomia, aprendendo com as rotinas imposta nas tarefas e auxiliando, e otimizando a vida do indivíduo, deixando-o em uma condição mais a vontade, para se dedicpar a funções mais complexas e criativas dentro da nova realidade tecnológica (Sturmer; Mauricio, 2021; Schwab, 2019).

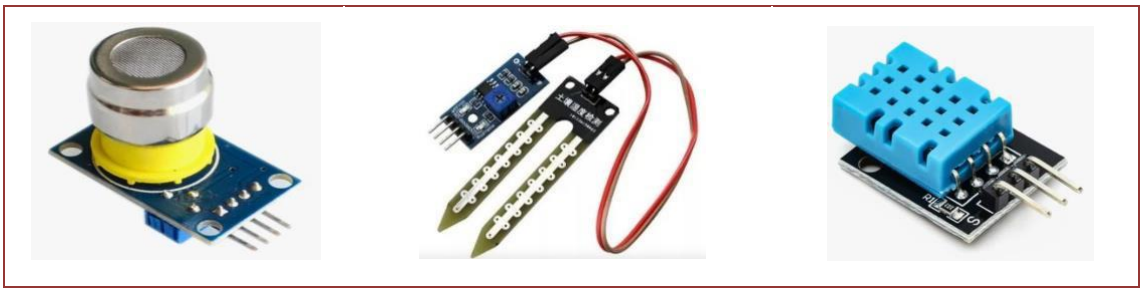
A indústria 4.0 e um exemplo dessa demanda tecnológica, tendo como espinha dorsal quatro tecnologias básica, que fundamentam a interação e troca de informações, entre homem e máquina. Tornando uma via sem volta a autonomia das máquinas, dentro de qualquer processo produtivo (Silva Filho, 2019), inclusive o educacional, são elas: a internet em nuvem, a robótica, a internet das coisas (IoT), e a Inteligência Artificial (IA). Essa quando integralizado possibilitam o monitoramento remoto das rotinas, otimizam

processos e diminuem custos de projetos, dando maior liberdade para se adequar as necessidades de cada projeto, planta ou manufatura.

2.2. MICRO SENSORES

E seguindo a pegada dessa quarta revolução industrial lançamos usos de sensores para obtermos as informações necessárias para as nossas atividades que é a ponta da lança para que se tenha o acompanhamento remoto de qualquer atividade. Existem enumeras arquiteturas que podem ser usadas na construção do seu projeto, nessa proposta em particular utilizaremos quites Arduino que facilitariam a construção por parte dos alunos envolvidos, tornando uma atividade inclusiva no processo de manufatura de um dispositivo de monitoramento, garantido o entendimento e integração dos conceitos, dos dispositivos utilizados e disponíveis, para obtenção de dados relevantes, para que se tenha a possibilidade de descrever e caracterizar, todos a os elementos e variáveis envolvidas, que influência na condição do microclima de todos os locais que se for feito uso dos dispositivos.

Figura 1. Microssensores.



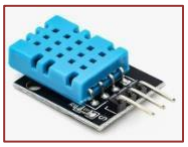
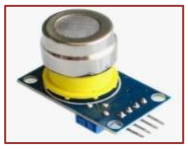
Fonte: Imagens do site de compras Mercado Livre.

Quando se aplica tais tecnologias para mensurar parâmetros como os especificados no projeto, possibilita aos usuários: diagnosticar e entender fenómenos, que anteriormente seriam dificultados, pela falta de informações lincadas ao seu efeito, tomando como exemplo: a movimentação de massa em processos erosivos, ou mostrar significativo desaparecimento de determinada espécie, por uma variação brusca de temperatura por exemplo, e assim por diante.

3. METODOLOGIA

Inicialmente apresentaríamos a importância do fragmento da floresta para a comunidade do entorno, aos alunos, e sua importância ecológica. Em seguida, passaríamos a apresentar as alternativas tecnológicas que temos para fazer a obtenção dos paramentos, que facilitaria a compreensão do estudo do microclima: há tempos temos exemplos significativos do uso de sensores em monitoramento de parâmetros ambientais (Ferrasi, 2023; Carvalho; Rodrigues, 2023; Rosendo, 2005). E em um segundo momento, passaríamos a pesquisa dos matérias que poderíamos utilizar para elaboração dos dispositivos de leitura, obviamente, dentro do orçamento disponível para implementação do projeto. E em seguida, faríamos a atividade de montagem dos dispositivos selecionados dentro da proposta do projeto, de uso da internet das coisas, os modelos:

Tabela 1. Colocar um nome para a tabela.

Nome	Descrição	Imagens	Características	Especificações
Módulo sensor de umidade do solo Modelo HL69	Mede a umidade do solo em determinado local, atua com microcontroladores: Arduino, PIC, AVR, ARM, etc.		Sensor de umidade do solo; Sensibilidade ajustável; Interface Analógica: AO; Interface Digital: DO (0 e 1); Compatíbilidade: Arduino, PIC, AVR, ARM etc; Acompanha jumper fêmea-fêmea.	Interface (4 fios): VCC/GND/DO/AO; Tensão de funcionamento: 3.3V~5V; Dimensão do sensor com sondas (CxL): 60x20mm; Dimensão do circuito com trimpot (CxL): 32x14mm; Peso total: 9g.
DHT11 Sensor temperatura e umidade	Lê umidade e temperatura, informa ao microcontrolador como um Arduino. Possui saída de sinal digital garantindo alta confiabilidade e estabilidade a longo prazo.		Calibrado em laboratório, tem extrema precisão de leitura. O coeficiente de calibração é armazenado em forma de programa na memória OTP (One Time Programed), que é utilizado pelo processo interno de leitura do sensor. A interface de comunicação serial de uma via torna a integração deste sensor ao seu microcontolador fácil e rápida.	Tensão de alimentação 3-5VDC Tensão de alimentação máxima 5,5VDC Corrente de peração 200uA - 500mA Corrente de Standby 100uA -150uA Faixa de medição de umidade 20-90%UR
Sensor MG811 Detector de dióxido de carbono	Detecta dióxido de carbono no ambiente. Cetecta com menor sensibilidade álcool e CO (monóxido de carbono),		Detecta dióxido de carbono; Alta sensibilidade; Dupla saída de sinal; Saída de sinal analógico; Sinais de nível TTL; Rápidas respostas e recuperação; Perfurações para fixação; Trimpot (calibrar ponto de acionamento); Deteta concentrações de 0 a 10000 ppm; Longa vida útil e estabilidade confiável; Para ambientes domésticos e controlados;	Chip: LM393; Tensão: DC 6V; Compatibilidade: CO2; Concentração: 0 a 10000 ppm; Tensão de saída: 0-2V; Temperatura de trabalho:-10°C a 50°C; Dimensões (CxLxA): 40x25x34mm; Peso: 15g.
Arduino Uno	É bastante utilizado para projetos que exijam menor número de portas. Possui grande compatibilidade com os shields existentes no mercado.		Microcontrolador ATmega328; Tensão de operação5V; Tensão de alimentação (recomendada) 7-12V Tensão de alimentação (limite) 6-20V Entradas e saídas digitais: 14 (6 podem ser PWM) Entradas analógicas 6 Corrente contínua por pino de I/O 40 mA Corrente contínua para o pino 3.3V 50 mA Memória Flash 32 KB (ATmega328) - 0.5 KB usados pelo bootloader Memória SRAM 2 KB (ATmega328) EEPROM 1 K - ATmega328 Velocidade do Clock 16 MHz	

Fonte: Dados encontrados por fabricantes e revendedores dos sensores;

Com o dispositivo pronto os envolvidos se dirigirem para o interior da APP para realizarem a coleta fazendo as referidas medições e assim, criariam um pequeno banco de dados, para que se possa fazer comparações posteriores, em uma eventual nova coleta para análises comparativas ou atualizações de dados. Concretizando por fim, o envolvimento e a interdisciplinaridade dos meios e recursos tecnológicos, para a

construção de conhecimento, através do uso da IoT. A Figura 2 apresenta um fluxograma das ações propostas.

Figura 2. Fluxograma das ações.

Fonte: elaborado pelos autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização da atividade, e uma intensa ambientação dos alunos, na execução das tarefas e com as seguintes ponderações realizadas, por fim, teremos a pretensão de mostrar os parâmetros e compará-los com os outros locais do entorno, mostrando as diferenças de resultados por influência das construções, dos meio físicos, das faltas de elementos arbóreos: por conta do antropismo, promovendo a conscientização da importância dos fragmentos e de quão é interessante a interdisciplinaridade na formação e na construção de um caráter ambiental na comunidade estudantil.

REFERÊNCIAS

[1] CARVALHO, F.; RODRIGUES, L. A. Um sistema de informação para monitoramento de qualidade e estimativa de perdas em instalações de armazenamento de grãos usando dados de sensores de IoT e outros mecanismos. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 15, n. 1, p. 12-21, 2023.

[2] FERRASI, E. C. S. **Internet das coisas aplicada ao gerenciamento de rastreabilidade de amostras biológicas**. 2023. 53 f. Tese (Doutorado em Mídia e Tecnologia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2023.

[3] FERRASI, F. A.; GALVANI, A.; MORGADO, E. M. Captação autônoma de dados no universo da internet das coisas. **Perspectivas e interdisciplinaridades em Ciência da Informação**, p. 182, 2016.

[4] NEVES, B. C. Inteligência artificial e computação cognitiva em unidades de informação: conceitos e experiências. **Logeion: filosofia da informação**, v. 7, n. 1, p. 186- 205, 2020.

[5] ROSENDO, J. S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na bacia do rio Araguari-MG-utilizando dados do sensor Modis**. 2005. I52 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

[6] SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

[7] SILVA FILHO, J. A. **Indústria 4.0 no Brasil**: a dinâmica das transformações nas esferas e laboral. 2019. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

[8] STURMER, C. R.; MAURICIO, C. R. M. Cultura maker: como sua aplicação na educação pode criar um ambiente inovador de aprendizagem. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 77070-77088, 2021. https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-091.

Capítulo 8

Plataforma didática de monitoramento meteorológico com cultura maker para medição de gás carbônico

Ivan Roca Florido[1]
Sarosh Silva Nascimento[2]
Vitor Bremgartner da Frota[3]
Daniel Nascimento-e-Silva[4]

Resumo: Este meta-artigo descreve o desenvolvimento de uma plataforma didática para o controle remoto e monitoramento meteorológico em um ambiente controlado. As constantes mudanças climatológicas obrigam-nos a entender e compreender melhor o controle de variáveis climatológicas como temperatura e umidade assim, como os valores de gás carbônicos emitidos no ambiente a ser monitorado. A proposta permite desenvolver uma plataforma didática de baixo custo e de fácil acesso e manuseio, utilizando como base um sistema conceitual de IoT (Internet of things) que permitirá ter acesso ao controle e configuração remota da estação de monitoramento.

Palavras-chave: IoT. Gás carbônico. Sensor de temperatura e umidade. Data analytics.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental é responsável de medir aspectos do meio ambiente de maneira repetitiva, é importante aprender sobre sua estrutura e funcionamento, além disso monitorar os parâmetros ambientais nessa era é de grande importância para a natureza e para o ecossistema (Babić et al. 2022). É notório que o conhecimento sobre os parâmetros do ambiente pode fazer com que nos adaptamos à natureza, em vez de a natureza se adaptar a nossa realidade, e que podem levar a consequências não intencionais e possíveis riscos para sobrevivência das espécies que estão inseridas (Babić et al. 2022). É importante reforçar que o monitoramento ecológico e ambiental se trata de um processo lento e repetitivo que demanda tempo para ter algumas informações e conhecimentos perspicazes (Acevedo, 2018). Sendo que o desenvolvimento da tecnologia da informação nos permitiu coletar dados ambientais à medida que os processos se desenrolam e repetem o processo de medição periodicamente para longos períodos (Popovic et al. 2017).

Contudo, a poluição do ar ambiental e sua medição precisa ser uma questão crítica e que não pode ser negligenciada, por conta da crescente industrialização, a urbanização, que costuma resultar no aumento da poluição nas cidades e áreas urbanas (Sarjerao; Prakasarao, 2018). Alguns exemplos de emissões dos gases são o aquecimento residencial, transporte, emissões industriais, tráfego rodoviário e outras ações humanas locais são as principais fontes de gases tóxicos, como, O3, NH3, NOx, H2S, CO e SO2, além dos gases de efeito estufa, N2O, CO2 e CH4 (Varzaru et al., 2017). Salienta-se que podemos citar os malefícios da poluição do ar atmosférico, sendo doenças respiratórias até a morte pela poluição do ar ambiental foram resultado de doenças como a DPOC (Crônica Obstrutiva doença pulmonar), doença cardíaca, câncer de pulmão e acidente vascular cerebral, asma (Stevenson, 2017).

Uma forma de mitigar é por meio da medição dos níveis de gases poluentes do ar que devem ser medidos em locais de monitoramento representativos da exposição das pessoas e da concentração de poluentes do ar pode ser maior nas proximidades de fontes específicas de poluição do ar, como grandes fontes estacionárias, fontes de energia plantas e estradas e, portanto, a proteção das pessoas que vivem nesses locais pode exigir medidas especiais para reduzir o valor da concentração de poluentes abaixo dos valores especificados (Sarjerao; Prakasarao, 2018). Dessa forma é de suma relevância abordar essa temática em sala de aula, para que os alunos possam ter uma visualização desse problema que pode prejudicar muitas pessoas, então o uso da cultura maker irá dar um auxílio, os alunos serão introduzidos em um contexto de formação científica que permitirá que ele desenvolva e aplique os conceitos adquiridos em sala de aula ou no seu cotidiano (Melo; Bremgartner; Souza, 2020). Portanto, esse estudo tem como objetivo construir Plataforma didática de monitoramento meteorológico para quantificação de gás carbônico por meio do sistema Arduino e na utilização da cultura maker para elucidar.

2. MONITORAMENTO METEOROLÓGICO E CULTURA MAKER

Câmbios climáticos e as mudanças de temperatura no meio ambiente, criaram a demanda estar constantemente monitorando estas variáveis climatológicas. Assim a um tempo atrás temos observado um crescimento de sistemas de hardware e de software para o controle e monitoramento do meio ambiente. O trabalho de (Melo; Bremgartner; Souza, 2020), desenvolveu uma estação meteorológica portátil, com o intuito de facilitar a compreensão de parâmetros físicos da termodinâmica, realizando experimentos

realizados por alunos de Ensino Médio em Eletrônica do Instituto Federal do Amazonas Campus Manaus Distrito Industrial.

Outro trabalho que mostra em forma detalhada e publicado recentemente, sugere um novo dispositivo de monitoramento baseado em IoT para detecção da poluição no ar com o intuito de resolver a deficiência deste tipo de monitoramento. Sensores de gás, a plataforma de Arduino IDE e o módulo Wi-Fi foram usados para montar o Conjunto IoT. O ar é analisado pelos sensores de gás, e os resultados são enviados para o ambiente de desenvolvimento do software Arduino. Ao usar um módulo WiFi, o Arduino IDE pode enviar dados para o monitor. O dispositivo resultante pode ser implantado em diferentes cidades para monitorar os níveis de poluição do ar com baixo custo, fácil de usar e alta precisão (Babić et al., 2022).

A Cultura Maker é conhecida como a cultura do "faça você mesmo", que vem do inglês, Do-It-Yourself (DIY). A sua ideia central é que pessoas de todas as faixas etárias e sem conhecimento específico possam planejar, criar, construir, consertar, aperfeiçoar diversos tipos de projetos com equipamentos adequados e acessíveis (Meira; Ribeiro, 2016). O trabalho com a Cultura Maker permite que o aluno seja o protagonista na construção do seu conhecimento com base na aprendizagem prática (Melo; Bremgartner; Souza, 2020). E na nossa abordagem maker, utilizamos o Arduino, que é uma plataforma de prototipagem open-source, possuindo um software multiplataforma que é flexível e de uso facilitado. Com o Arduino é possível criar os mais variados projetos, ambientes interativos, podendo interagir com luzes, roupas, motores, objetos eletrônicos, entre outros. É destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. Dessa forma, os projetos que são desenvolvidos com o Arduino podem ser autônomos ou comunicar-se com um computador para a realização de determinada tarefa (Arduino, 2020).

3. MATERIAIS E MÉTODOS PROPOSTOS

Para a execução da proposta separamos em dois grupos: hardware e software. Assim também desenvolvemos uma metodologia para a captura de dados nos ambientes selecionados.

3.1. DESCRIÇÃO DO HARDWARE

O ESP32 é um microcontrolador de baixo custo e baixo consumo de energia desenvolvido pela empresa chinesa Espressif Systems. É considerado um dos microcontroladores mais poderosos e versáteis disponíveis no mercado, especialmente em termos de conectividade, pois possui suporte a Wi-Fi, Bluetooth, Bluetooth LE e outras tecnologias de comunicação sem fio. O ESP32 é baseado em um processador dual-core Tensilica LX6 com clock de até 240 MHz e tem suporte a 520 KB de RAM e 4MB de memória flash interna. Ele também possui uma grande variedade de periféricos, incluindo interfaces para câmera, UART, SPI, I2C, I2S, ADC, DAC, PWM. Assim como o Arduino, o ESP32 também é programado usando uma linguagem de programação de alto nível, como C ou C++, e pode ser programado usando uma variedade de ferramentas de desenvolvimento, incluindo a Arduino IDE, a plataforma Espressif IoT Development Framework (ESP-IDF) e outras ferramentas de terceiros.

O DHT22 é um sensor medidor digital de temperatura e umidade relativa. Este sensor possui um circuito integrado conversor A/D (Analógico-Digital) que converte sinais analógicos para digital e emite um sinal digital com dados do sensor de temperatura e de umidade. Isso faz com que este sensor seja fácil de ser usado com qualquer microcontrolador, incluindo o ESP32. O as especificações do DHT22 são dadas na tabela a seguir.

Tabela 1. Especificação Técnica do sensor DHT22.

Descrição	DHT 22
Protocolo de comunicação	One-wire
Alimentação	Range 3 to 6 v
Temperatura	Range -4 to 80 ° C (+/- 0.5 °C)
Humidade	Range 0 to 100 % (+/- 2%)
Bibliotecas utilizadas	DHT library

Fonte: elaborado pelos autores.

O sensor MQ-9 é capaz de detectar concentrações de gases inflamáveis e de gás monóxido de carbono no ar. O MQ-9 pode detectar concentrações de gases inflamáveis na faixa de 100 a 10.000 ppm.

Tabela 2. Especificação Técnica do sensor MQ9

Modelo	MQ9
Informação Concentração de	Detecção de gás Monóxido de Carbono
Detecção de gases inflamáveis	100-10.000ppm
Tensão de operação	5V
Informação	Sensibilidade ajustável via potenciômetro
Saída	Digital e Analógica
Característica	Fácil instalação
Comparador	LM393
Led indicador para	Tensão

Fonte: elaborado pelos autores.

3.2. ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura proposta é fundamentalmente utilizada com módulos ESP32 e sensores compatíveis com a plataforma e IDE do Arduino, as seguintes funcionalidades mostram o fluxo principal para a coleta de dados relacionados a temperatura – humidade e monóxido de carbono:

Primeiro: o Nodo base (servidor) cria uma rede autônoma WI-FI, esta rede deverá aguardar a conexão de outros nós;

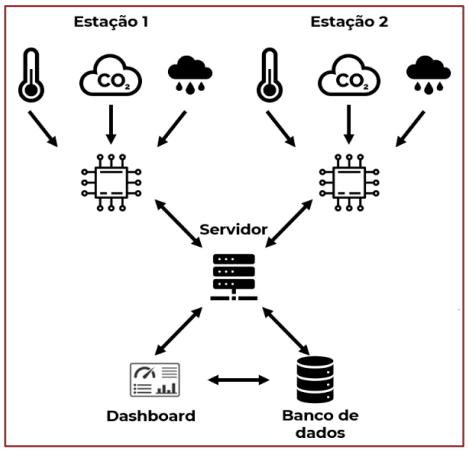
Segundo: Os nodos próximos aceitam a solicitação para formar parte da rede autônoma, essa conexão é feita pelo nodo base (servidor) ,assim a confecção da rede está criada.

Terceiro: todos os nodos coletam dados através de um protocolo TCP-IP, os dados são encaminhados para o nodo base (servidor) e logo transferidos a base de dados já criada.

Quarto: a Base de dados criada permite o armazenamento de todos os dados.

Quinto: a aplicação extrai dados da base de dados para serem mostradas em um dashboard, neste caso utilizamos Power BI.

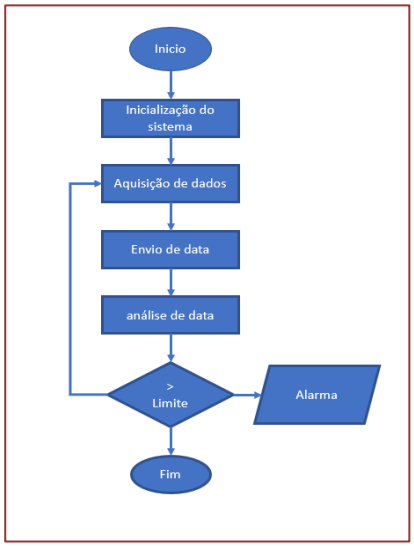
Figura 1. Arquitetura do sistema



Fonte: Elaborado pelos autores.

A figura 1, mostra em macro a arquitetura da proposta do monitoramento e controle de plataforma em desenvolvimento, observando que existe uma interação de ida e volta entre a Base de dados, dashboard e o nodo servidor. O nodo servidor interage com os nodos conectados na rede autônoma criada.

Figura 2. Fluxo do sistema



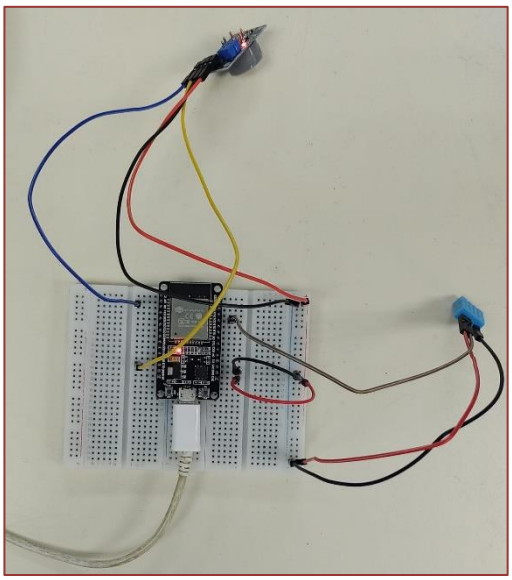
Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 2 mostra o fluxo da aplicação desenvolvida, o processo inicia-se com a inicialização do sistema do nodo base e dos outros nodos do sistema. Após a criação da rede autônoma, todos os nodos iniciam a aquisição dos dados que logos são enviados para a base de dados, posteriormente estes dados são analisados, quando os dados recebidos não estão na faixa de segurança, emite-se um alerta visual. Caso os dados não estejam fora da faixa de segurança procede-se a continuar com a aquisição dos dados. O fluxo mostrado na figura 2 mostra a lógica da proposta

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Dentro dos resultados esperados, primeiramente foi montada uma estação para iniciarmos os testes do ESP32, este nodo base que estamos chamando de servidor tem a finalidade de criar uma rede autônoma além de também capturar dados. A figura 3 a seguir mostra os testes iniciais.

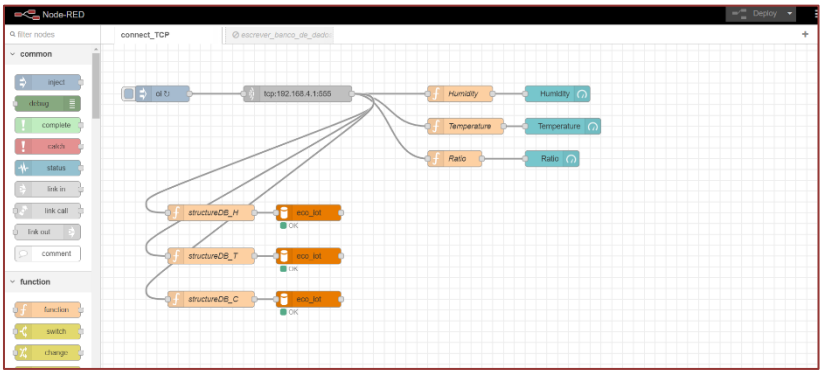
Figura 3. A Configuração inicial da proposta.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Com relação ao tratamento dos dados temos utilizado a plataforma Node-Red que permite uma fácil interação com o resto do sistema, conseguindo dessa forma ter um controle simples e preciso. Neste caso, conseguimos preliminarmente uma separação dos dados para logo ser enviados base de dados já criada. A figura 4 a seguir ilustra os testes iniciais da captura e tratamento dos dados.

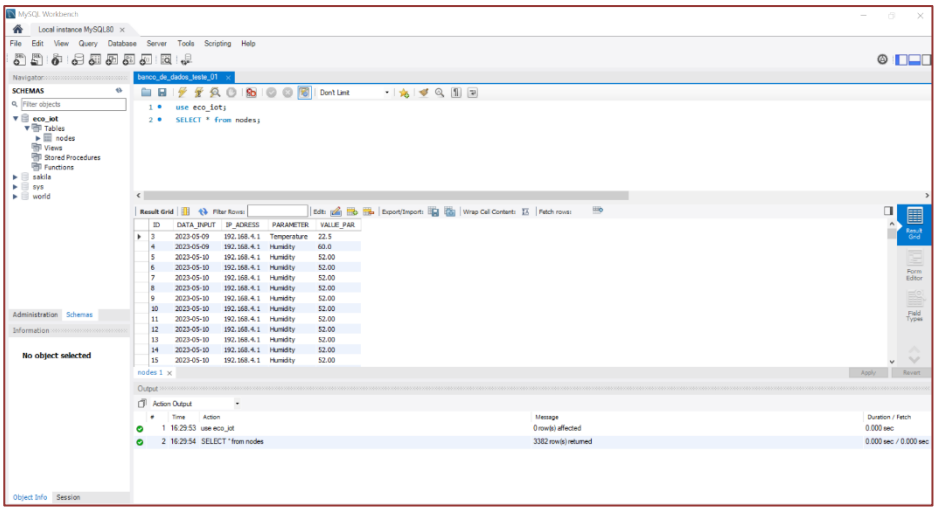
Figura 4. Node RED



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Para o armazenamento de dados coletados pelos nodos utilizamos a base de dados mysql, em ela estamos armazenados os dados coletados, tendo como principais valores, data e hora, número do nodo, temperatura, humidade, valor de gás carbônico coletado, a figura 5 abaixo, ilustra nossa base de dados.

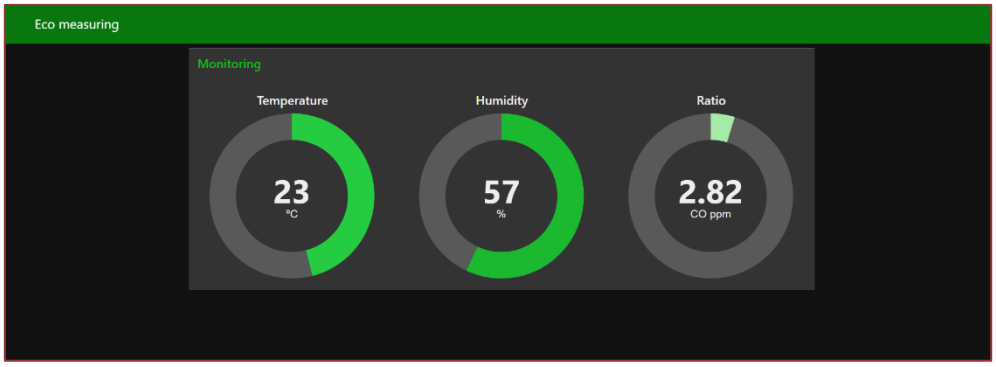
Figura 5. Armazenamentos dos dados.



Fonte: imagem capturada pelos autores.

Finalmente, na figura 6, mostrar os dados utilizamos a mesma plataforma do Node-Red, está prevista também utilizar a aplicação Power Bi para transformação da data em informação, a figura a seguir mostra uma prévia de como será nossa visualização de dados no dashboard.

Figura 6. Mostrando os dados na plataforma Node-Red



Fonte: imagem capturada pelos autores.

REFERÊNCIAS

[1] ACEVEDO, M. F. **Real-time environmental monitoring**: Sensors and systems. Boca Raton: CRC Press, 2018.

[2] Arduino. **Arduino Uno Rev3**. 2020. Disponível em https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3.

[3] BABIĆ, D. et al. An internet of things system for environmental monitoring based on ESP32 and blynk. In: **2022 26th International Conference on Information Technology (IT)**. IEEE, 2022. p. 1-5. https://doi.org/10.1109/IT54280.2022.9743538.

[4] MEIRA, S. L. B; RIBEIRO, J. L. P. **A cultura maker no ensino de física**: construção e funcionamento de máquinas térmicas. Fab Learn Brasil: Brasília, 2016.

[5] POPOVIC, T. et al. Architecting an IoT-enabled platform for precision agriculture and ecological monitoring: A case study. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 17, n. 140, p. 255-265, 2017. https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.06.008.

[6] SARJERAO. B. S.; PRAKASARAO, A. A low-cost smart pollution measurement system using REST API and ESP32. In: **3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)**, Pune, India, p. 1-5, 2018. https://doi.org/10.1109/I2CT.2018.8529500.

[7] STEVENSON, P. E.; ARAFA, H.; OZEV, S.; ROSS, H. M.; CHRISTEN, J. B. Toward wearable, crowd-sourced air quality monitoring for respiratory disease. In **2017 IEEE Healthcare Innovations and Point of Care Technologies (HI-POCT)**, p. 140–143, 2017. https://doi.org/10.1109/HIC.2017.8227604.

[8] VARZARU, G.; ZARNESCU, A.; UNGURELU, R.; IORDACHE, A. G. A cost-effective solution for remote carbon dioxide indoor monitoring. In **2017 9th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI)**, p. 1–6, June 2017. https://doi.org/10.1109/ECAI.2017.8166462.

Capítulo 9

Monitoramento individualizado via celular de geração de energia elétrica para produção de hidrogênio verde em usina solar fotovoltaica

Jefferson Amadeu Ferreira[1]
Beth Luna Monteiro Moreira[2]
Vitor Bremgartner da Frota[3]
Daniel Nascimento-e-Silva[4]

Resumo: A atual matriz energética global está vinculada aos combustíveis fósseis, como o gás natural, petróleo e seus derivados e o carvão mineral. De forma abrangente, a dependência nestes produtos tem levantado reflexões sobre os efeitos climáticos pois trata-se dos responsáveis pela produção dos Gases do Efeito Estufa (GEE), entre eles o gás carbônico (CO2), o metano (CH4) e óxido nitroso (N2O). Para isso, faz-se necessário mudar os paradigmas de desenvolvimento e sustentabilidade energética. Neste cenário, surge o Hidrogênio como elemento abundante e de alto poder energético, mas que em sua produção exige-se grande queima de compostos de hidrocarbonetos. De matriz renovável e sem emissão de gases do efeito estufa, ressurge o Hidrogênio Verde –V2. Mas este elemento, para ser verde e "limpo", necessita ser produzido em um modelo escalar que explore uma alta produtividade e que venha a envolver um custo-benefício favorável para tornar-se compensatório. Uma das dificuldades que envolve esta produção está na grande demanda energética, neste caso, eletricidade. Hoje em dia se tem a produção de eletricidade de matriz renovável, de origem hídrica, solar e eólica, com todas as suas fontes interligadas aos Sistema Interligado Nacional – SIN. A viabilidade energética, econômica e sustentável de se extrair Hidrogênio Verde através da eletrólise da água, estará no compartilhamento de créditos de energia solar produzidos por cada cooperado que tenha um sistema de captação de energia fotovoltaica. Tais créditos serão disponibilizados à Cooperativa de captação de créditos de energia solar voltados exclusivamente para a produção de hidrogênio verde em usina fotovoltaica. Para viabilizar uma participação de cada cooperado em disponibilizar os créditos energéticos de forma quantitativa e qualitativa, disponibiliza-se um sistema IoT para monitoramento de painéis solares. A coleta de dados e sua transmissão dar-se-á através do protocolo LoRa, objetivando aplicar uma leitura funcional da energia produzida nos painéis residenciais em associação com painéis da usina de captação solar da cooperativa ao utilizar-se do Protocolo MQTT (Transporte de Telemetria de Enfilamento de Mensagens, do inglês Message Queuing Telemetry Transport).

Palavras-chave: Monitoramento por celular. Geração de energia elétrica. Energia solar fotovoltaica. Hidrogênio verde. Monitoramento ambiental.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas indicam que a energia excedente disponibilizada por sistemas eólicos e fotovoltaicos conectados ao SIN, ainda são economicamente inviáveis, para o setor elétrico brasileiro na produção e armazenagem do Hidrogênio Verde. A análise leva-se em conta que o custo econômico de produção e beneficiamento somente será competitivo quando houver sistemas geradores de eletricidade com dedicação exclusiva para esta atividade fim. Atualmente no Brasil, a produção de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos tem experimentado um crescimento consistente e sustentável devido ao surgimento de novas tecnologias com apelos na simplicidade e eficiência. Amparado por novas regulamentações uma tecnologia que ganhou força foi a dos sistemas fotovoltaicos on grid. Tal sistema proporciona uma economia de até 95% nas contas de energia elétrica, residencial ou comercial. Esta modalidade permite que o consumidor gere a sua própria energia elétrica, continue conectado à rede local de eletricidade e o excedente que vier a produzir, retornará rede, conforme estabelece a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, "o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da Micro e da Minigeração Distribuídas de Energia Elétrica, inovações que aliam economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade" (Aneel, 2023).

Ao produzir a sua própria eletricidade, o proprietário de uma unidade produtora, disponibilizará o seu excedente energético ao Sistema Interligado Nacional, SIN, para uso da concessionária local de energia elétrica, a qual o transformará em créditos de energia para este proprietário, a serem utilizados por um período de até 60 meses, a contar do dia em que foram gerados. Os créditos gerados poderão ser utilizados para abatimento em conta de energia elétrica no próprio imóvel onde foi produzido ou para serem utilizados em outra localidade. Para implementar esta transferência de créditos, os quais são gerados em uma unidade consumidora e utilizados em outra, ambas unidades deverão estar dentro da área de atendimento da mesma distribuidora de energia elétrica, que a conta de energia elétrica tenha a mesma titularidade, seja em CPF ou CNPJ, caracterizando a geração compartilhada.

A geração compartilhada permite a criação de consórcios e cooperativas compostos por pessoas jurídicas ou físicas e está voltada para as várias transferências de créditos remanescentes para outra unidade consumidora, bem como a quantidade de energia gerada que comporá a parte da distribuição, conforme definição contratual especifica na modalidade cooperativa. O cooperativismo tem a sua essência na reunião de pessoas com o objetivo em promover uma atividade econômica e social dentro dos princípios que regem o cooperativismo, e especificamente definir que a "cooperativa de energia consiste na união de pessoas que têm em comum o propósito de realizar serviços ou produtos relacionados à energia (Sebrae, 2022).

A viabilidade da produção do Hidrogênio Verde, no aspecto econômico, está na dedicação integral de sistemas geradores, como usinas solares, eólicas ou hibridas voltadas exclusivamente para este fim. O funcionamento destas fontes de geração energética, segundo estudos, tem a sua razão econômica justificável e consequentemente lucrativa, de forma proporcional à quantidade do número de horas de energia elétrica disponível para a sua produção. Para estabelecer uma continuidade na produção de H2, a energia elétrica oriunda do SIN aglutinada à produção energética dos painéis solares da própria usina solar, proporcionará a alimentação continua dos eletrolisadores para a produção do hidrogênio totalmente isento dos GEE para a sua produção.

Implementar um dispositivo IoT que permita uma leitura de vários parâmetros com análise completa de desempenho e funcionamento tanto nas instalações de geração fotovoltaica de cada produtor ou cooperado, em sua residência, bem como no funcionamento global da cooperativa produtora de energia. Tal dispositivo, ainda viabilizará o acompanhamento da produtividade do Hidrogênio Verde, bem como a formação de pareceres voltados para decisões de cooperado em quaisquer atividades comerciais da Cooperativa, através de um benchmark, via Big Data, por intermédio de análises de volume, veracidade, velocidade, variedade e valor, a fim de proporcionar uma visualização panorâmica de todas variáveis que envolvam desempenho de produção com preços de mercado do H2.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O cooperativismo, segundo Sales (2010), é uma alternativa de somar condições e capacidade no mundo em constante concorrência. É uma alternativa cuja força econômica está em preservar a individualidade em um mesmo padrão e tipo, com objetivos que sejam comuns e com as mesmas dificuldades em um conjunto de pessoas objetivando esta finalidade. A cooperativa geralmente surge em momentos de dificuldades juntamente com a consciência da fragilidade humana dentro do mundo em que se atua. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (2021) Como combustível do futuro, o hidrogênio verde será a fonte de energia livre de carbono em setores de difícil eletrificação e como vetor para armazenamento de energia, viabilizando maior entrada de renováveis variáveis como a eólica, a solar etc. Nesse sentido, o hidrogênio é visto como um recurso com capacidade de promover o acoplamento dos mercados de combustíveis, elétrico, industrial e outros, ao proporcionar grande potencial energético e livre dos gases de efeito estufa. Assim, assume-se que o dispêndio econômico da produção do H2 está diretamente relacionado à quantidade produzida de energia elétrica proveniente de fontes renováveis e ao custo do eletrolisador com a respetiva gestão técnica do sistema associado

Segundo o estudo de Macedo (2022), a viabilidade da produção do Hidrogênio Verde, no aspecto econômico, está na dedicação integral de sistemas geradores, como usinas solares, eólicas ou hibridas voltadas exclusivamente para este fim. O funcionamento destas fontes de geração energética, segundo estudos, tem a sua razão econômica justificável e consequentemente lucrativa, de forma proporcional à quantidade do número de horas de energia elétrica disponível para a sua produção. Aliado a esta necessidade de tempo de funcionamento continuo, os eletrolisadores são o outro ponto no elevado custo para esta produção. Atualmente a inviabilidade econômica, em utilizar-se de uma matriz hidráulica para produção de energia elétrica voltada para a geração de hidrogênio que tenha o rótulo de verde, é o principal obstáculo. Uma aglutinação de 2 fontes de produção energética, uma oriunda dos painéis fotovoltaicos residenciais pertencentes aos integrantes de uma cooperativa energética, cujos créditos sejam direcionados à usina solar para produção de Hidrogênio Verde, permitirão um fluxo energético continuo durante o dia e noite.

Dispositivos IoT, para sistemas de monitoramento que atendam um conjunto de componentes interligados e que executam uma atividade de medição de uma determinada grandeza específica ou de diversas grandezas tanto na produção residencial, como na produção em grande escala de uma usina energética fotovoltaica. Os sensores utilizados em sistemas de monitoramento, no geral, funcionam com saídas contínuas onde a informação apresentada varia continuamente em relação ao tempo. As medições dos

sistemas analógicos podem ser sinais elétricos ou sinais de grandezas físicas convertidos para sinais elétricos (Reges, 2017).

3. MÉTODOS PROPOSTOS

O atual Projeto considerará a realidade da região metropolitana de Manaus, com as possibilidades de comercialização dos créditos de energia solar em conformidade com as perspectivas de escalabilidade comercial envolvendo a produção do Hidrogênio Verde. Ao se atentar para aspectos geográficos, econômicos, sociais e governamentais como variáveis a serem pesquisadas e analisadas, estrutura-se uma construção definida em cinco etapas:

1) Estudo de cunho qualitativo através do levantamento de toda legislação pertinente à geração distribuída de energia elétrica e à regulamentação e formalização de cooperativas no Brasil;
2) Pesquisa bibliográfica sobre particularidades da geração fotovoltaica e monitoramento de painéis solares;
3) Pesquisa bibliográfica sobre a produção de Hidrogênio Verde e suas perspectivas;
4) Levantamento de dados qualitativos e quantitativos relacionados à captação do excedente energético de origem fotovoltaica e direcionado à rede elétrica pela distribuidora de energia elétrica em Manaus; e
5) Estudo dos aspectos logísticos envoltos em todos os processos da comercialização do Hidrogênio Verde, desde a produção até a sua comercialização como insumo energético de alto valor agregado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho envolve um modelo experimental de se gerar energia, aglutinar e direcionar a um sistema único para geração energética suficiente que atenda em sua totalidade o consumo mínimo e necessário para a produção de Hidrogênio livre dos gases de efeito estufa, proporcionando um selo verde que o identifique como Hidrogênio Verde. A idealização fundamentada em resoluções e orientações das entidades governamentais e privadas, estruturar-se-á principalmente em pessoas comuns, usuários e portadores de uma Geração Distribuída em energia solar fotovoltaica, cujo investimento será disponibilizado em créditos em favor de uma cooperativa produtora de H2. A fim de viabilizar, visualizar e acompanhar a produção doméstica de créditos de energia solar, através de dispositivos IoT que permitam o compartilhamento de parâmetros funcionais envolvendo volume, veracidade, velocidade, variedade e valor tudo em relação à produção em larga escala do Hidrogênio Verde como produto final.

REFERÊNCIAS

[1] ANEEL. **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis nºs 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências**. Brasília: Senado, 2022.

[2] ANEEL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências**. Brasília: Aneel, 2012.

[3] BANCO CENTRAL. **Resolução nº 3.859/2010. Altera e consolida as normas relativas à constituição e ao funcionamento de cooperativas de crédito**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2010.

[4] EPE. **Bases para a consolidação da estratégia brasileira do hidrogênio.** Brasília: EPE. 2021.

[5] HÜBNER, A. T. **Big Data sob a ótica de modelagem de dados multidimensional para solução de busines inteligence**. 2020. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas da Informação). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2020.

[6] MACEDO, S. F.; PEYERL, D. Prospects and economic feasibility analysis of wind and solar photovoltaic hybrid systems for hydrogen production and storage: A case study of the Brazilian electric power sector. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 47, n. 19, p. 10460-10473, 2022. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.01.133.

[7] MARTINS, J. M. **Sistema de monitoramento de dados provenientes da energia fotovoltaica através de uma plataforma IoT de aquisição e controle**. 2019. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

[8] REGES, J. P. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para sistemas fotovoltaico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017.

[9] SALES, J. E. Cooperativismo: origens e evolução. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, v. 1, n. 1, p. 23-34, 2010.

[10] SANTOS, V.; OHARA, A. **Desafios e oportunidades para o Brasil com o hidrogênio verde**. Rio de Janeiro: Boell, 2021

[11] SILVA, C. C. et al. **Uso da tecnologia Internet das coisas para gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial**. 2020. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elética). Faculdade UNA, Pouso Alegre, 2020.

Capítulo 10

Proposta de uso de internet das coisas para solucionar a questão de lixo eletrônico em Manaus - Amazonas

Leonan Valente Martins[1]
Vitor Bremgartner da Frota[2]
Daniel Nascimento-e-Silva[3]

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta de uso da Internet das Coisas (IoT) para solucionar a questão do lixo eletrônico em Manaus - Amazonas, Brasil. Para isso, foi realizado um levantamento sobre a problemática dos resíduos eletrônicos e o gerenciamento deles na cidade. Em seguida, é apresentada a proposta de aplicação da IoT para gerenciamento eficiente dos resíduos eletrônicos. Por fim, são discutidos os resultados esperados e as considerações finais sobre a proposta.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (IoT) tem se tornado uma tecnologia cada vez mais relevante na sociedade contemporânea. A IoT pode ser definida como uma rede de objetos conectados à internet que podem interagir entre si e com o ambiente ao seu redor, coletando e compartilhando dados em tempo real. Essa tecnologia tem sido aplicada em diversas áreas, como saúde, agricultura, transporte e meio ambiente. O aumento do consumo de equipamentos eletrônicos tem gerado um grande impacto ambiental, especialmente em relação ao descarte inadequado desses resíduos. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, determina que é obrigação dos municípios implantar sistemas de coleta seletiva e destinação final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos, incluindo os eletrônicos.

Em Manaus, a gestão dos resíduos eletrônicos ainda é um desafio. Segundo o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado do Amazonas (Amazonas, 2021), a cidade não possui um sistema de coleta seletiva eficiente para os resíduos eletrônicos. Isso tem gerado impactos ambientais negativos, como a contaminação do solo e da água, além de prejuízos à saúde pública. Nesse sentido, este artigo apresenta uma proposta de uso da IoT para solucionar a questão do lixo eletrônico em Manaus, com o objetivo de contribuir para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável da cidade.

2. INTERNET DAS COISAS E RESÍDUOS SÓLIDOS

A IoT pode ser definida como a conexão de dispositivos eletrônicos à internet, permitindo a coleta e o compartilhamento de dados em tempo real. A partir dessa conexão, é possível criar sistemas inteligentes que facilitam a tomada de decisão e o controle remoto de equipamentos e dispositivos. A IoT é composta por diversos dispositivos, como sensores, atuadores, microcontroladores e sistemas de comunicação sem fio, que se conectam para coletar, processar e transmitir informações. A IoT tem se mostrado uma tecnologia promissora e de grande potencial em diversas áreas. Na agricultura, por exemplo, pode ser utilizada para aprimorar a produção e reduzir o impacto ambiental. De acordo com Li et al. (2020), a IoT pode ser aplicada na coleta de dados em tempo real em lavouras, possibilitando a tomada de decisões baseada em informações precisas sobre o solo, umidade, nutrientes e outras variáveis. Isso pode levar a uma redução no uso de agrotóxicos e água, além de uma melhoria no rendimento das culturas.

A IoT também pode ser aplicada na saúde, com a criação de dispositivos médicos conectados à internet, permitindo uma monitorização mais eficiente de pacientes e redução de erros médicos. Segundo Carretero et al. (2019), a IoT na área da saúde pode permitir um acompanhamento mais preciso de doenças crônicas, como a diabetes, por meio de sensores que monitoram níveis de glicemia, pressão arterial e outros indicadores de saúde. Esses dados podem ser compartilhados com os profissionais de saúde em tempo real, permitindo uma resposta mais rápida em caso de emergência. Por fim, a IoT pode ser aplicada na indústria, com a criação de fábricas inteligentes e conectadas. Segundo o relatório da McKinsey Global Institute (2015), a IoT na indústria pode levar a uma maior eficiência operacional, redução de custos e otimização do uso de recursos. Sensores IoT podem ser utilizados para monitorar máquinas e equipamentos em tempo real, detectar falhas e realizar manutenção preventiva, reduzindo o tempo de parada e aumentando a produtividade.

2.1. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS

O gerenciamento de resíduos eletrônicos é um desafio para muitas cidades, especialmente em relação ao descarte inadequado desses materiais. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) estabelece a necessidade de implantar sistemas de coleta seletiva e destinação final ambientalmente adequada para esses resíduos. No entanto, a gestão eficiente dos resíduos eletrônicos envolve não apenas a coleta seletiva, mas também o tratamento e a destinação correta dos materiais.

2.2. LIXO ELETRÔNICO EM MANAUS

O lixo eletrônico é um termo usado para descrever todos os tipos de equipamentos eletrônicos descartados, como celulares, computadores, televisores, entre outros. Esses equipamentos contêm materiais perigosos, como chumbo, mercúrio e cádmio, que podem contaminar o solo, a água e o ar, causando danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Em Manaus, o volume de lixo eletrônico tem aumentado significativamente nos últimos anos. Segundo dados da Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (Semulsp), em 2020 foram recolhidas 18.983 toneladas de lixo eletrônico, um aumento de 32% em relação ao ano anterior. O problema do lixo eletrônico é agravado pela falta de uma infraestrutura adequada para o gerenciamento desses resíduos. Em Manaus, existem poucos pontos de coleta seletiva de lixo eletrônico, o que faz com que grande parte desses resíduos seja descartada de forma inadequada, muitas vezes em lixões e terrenos baldios.

Diversos trabalhos têm proposto a aplicação da IoT para o gerenciamento de resíduos sólidos. Em um estudo realizado por Júnior et al. (2020), foi proposto um sistema de coleta seletiva inteligente baseado em IoT para a cidade de Fortaleza, Ceará. O sistema consistia na instalação de sensores em pontos estratégicos da cidade para monitorar a quantidade de resíduos em tempo real e, assim, otimizar a coleta seletiva. Outro estudo realizado por Mohamed et al. (2018) propôs um sistema de gerenciamento de resíduos eletrônicos baseado em IoT na cidade de Bangalore, Índia. O sistema consistia na instalação de sensores em pontos de coleta de resíduos eletrônicos para monitorar o nível de ocupação dos contêineres. Os dados coletados eram transmitidos para um sistema central, que gerenciava o processo de coleta e tratamento dos resíduos.

3. MÉTODOS PROPOSTOS

A proposta de aplicação da IoT para gerenciamento de resíduos eletrônicos em Manaus consiste na instalação de sensores em pontos de coleta seletiva de resíduos eletrônicos, como pilhas, baterias, celulares, entre outros. Os sensores seriam responsáveis por monitorar a quantidade de resíduos em tempo real e, assim, otimizar a coleta seletiva. Os dados coletados pelos sensores seriam transmitidos para um sistema central, que seria responsável por gerenciar o processo de coleta e tratamento dos resíduos. O sistema central seria capaz de identificar os pontos de coleta com maior quantidade de resíduos, otimizando a rota dos veículos de coleta e diminuindo o tempo de espera dos usuários.

A IoT pode ser aplicada para monitorar e gerenciar o fluxo de resíduos eletrônicos em tempo real, possibilitando uma gestão mais eficiente e sustentável desses resíduos. Através da instalação de sensores em pontos estratégicos da cidade, é possível coletar

dados sobre o volume e o tipo de resíduos eletrônicos produzidos pela população. Esses dados podem ser enviados para uma plataforma de gerenciamento, que pode ser acessada pelos responsáveis pela coleta e destinação dos resíduos. Com essas informações em mãos, é possível programar rotas mais eficientes para a coleta dos resíduos, evitando atrasos e reduzindo os custos com transporte. Além disso, a IoT pode ser usada para incentivar a população a descartar seus resíduos eletrônicos de forma adequada. Através de campanhas de conscientização, é possível incentivar os moradores a depositar seus equipamentos eletrônicos em pontos de coleta seletiva, que podem ser monitorados através da IoT.

Para demonstrar a viabilidade da proposta, pode ser realizado um estudo de caso em uma comunidade de Manaus. Seriam instalados sensores em pontos estratégicos da comunidade, como pontos de coleta seletiva e áreas de descarte irregular. Os dados coletados pelos sensores seriam enviados para uma plataforma de gerenciamento, que deve ser acessada pelos responsáveis pela coleta e destinação dos resíduos.

Com base nas informações coletadas, será possível programar rotas mais eficientes para a coleta dos resíduos eletrônicos, reduzindo os custos com transporte. Além disso, devem ser realizadas campanhas de conscientização junto à população, incentivando o descarte adequado de equipamentos eletrônicos. Espera-se que os resultados do estudo de caso sejam bastante positivos. Destaque que deve ser observada uma redução significativa no volume de resíduos eletrônicos descartados de forma inadequada na comunidade. Além disso, o registro um aumento no número de equipamentos eletrônicos depositados nos pontos de coleta seletiva.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da IoT para gerenciamento de resíduos eletrônicos em Manaus pode contribuir significativamente para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável da cidade. A proposta apresentada neste artigo se baseia na instalação de sensores em pontos de coleta seletiva de resíduos eletrônicos, permitindo o monitoramento em tempo real e otimização do processo de coleta e tratamento dos materiais. Além disso, é importante destacar que a aplicação da IoT para gerenciamento de resíduos sólidos pode ser uma solução viável para outras cidades do Brasil que enfrentam problemas similares. A gestão eficiente dos resíduos eletrônicos é um desafio global e a aplicação da tecnologia pode ser uma solução para minimizar os impactos ambientais negativos gerados pelo descarte inadequado desses materiais.

A proposta de uso da Internet das Coisas para solucionar a questão do lixo eletrônico em Manaus se mostrou viável e eficiente. Através da instalação de sensores em pontos estratégicos da cidade, é possível coletar dados sobre o volume e o tipo de resíduos eletrônicos produzidos pela população. Esses dados podem ser utilizados para programar rotas mais eficientes para a coleta dos resíduos, reduzindo os custos com transporte. Além disso, a IoT pode ser usada para incentivar a população a descartar seus resíduos eletrônicos de forma adequada, através de campanhas de conscientização.

É importante destacar que a proposta não se limita apenas ao problema do lixo eletrônico em Manaus, mas pode ser aplicada em outras cidades e para outros tipos de resíduos. A IoT oferece uma solução eficiente e sustentável para a gestão dos resíduos, permitindo uma melhor utilização dos recursos e contribuindo para a preservação do meio ambiente. No entanto, é preciso ressaltar que a implantação da IoT para

gerenciamento de resíduos eletrônicos requer investimentos em tecnologia e infraestrutura, além de uma equipe capacitada para lidar com a plataforma de gerenciamento de dados. Além disso, é fundamental que a população seja conscientizada sobre a importância do descarte adequado dos resíduos eletrônicos. Portanto, a proposta de uso da IoT para solucionar a questão do lixo eletrônico em Manaus é uma solução eficiente e sustentável para um problema recorrente em muitas cidades brasileiras. Através da coleta de dados em tempo real e do gerenciamento eficiente dos resíduos, é possível contribuir para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável das cidades.

REFERÊNCIAS

[1] AL-FUQAHA, A. et al. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 17, n. 4, 2347-2376.

[2] AMAZONAS. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos do estado do Amazonas**. Manaus: Aleam, 2021.

[3] BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2010. Brasília: Senado, 2010.

[4] CARRETERO, J.; ETXEBERRIA, L.; URQUIA, A. Internet of things (IoT) applied to healthcare monitoring: from feasibility studies to practical implementations. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 10, n. 1, p. 39-49, 2019.

[5] IBGE. **Cidades e estados**. 2010. Disponível em https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am.html.

[6] JÚNIOR, A. S. R. et al. Coleta seletiva inteligente baseada em IoT: estudo de caso em Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Engenharia de Produção**, v. 6, n. 3, p. 50-61, 2020.

[7] LI, Y. et al. Internet of things (IoT) for smart agriculture: A review. **Global Ecology and Conservation**, v. 22, p. e00971, 2020.

[8] MCKINSEY Global Institute. **The internet of things**: Mapping the value beyond the hype. 2015. Disponível em: https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world.

[9] MOHAMED, M. H. et al. IoT based E-waste management system for Bangalore city. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 10, n. 1, p. 224-229, 2018.

[10] MOTA, G.; SILVA, J. Internet of Things: Applications, challenges and trends in smart cities. **Future Generation Computer Systems**, v. 100, p. 656-672, 2019.

[11] NARAYANAN, V. et al. E-waste Management in India: Issues and options. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 6, n. 2, p. 45-48, 2015.

[12] SANTOS, F.; LIMA, R. Internet das coisas na gestão de resíduos sólidos. **Revista de Administração**, v. 53, n. 1, 49-59, 2018.

[13] SCHULZ, E. L. **Internet das Coisas**: desafios e oportunidades para o Brasil. Brasília: Sebrae, 2016.

[14] SILVA, M.; RIBEIRO, A. Internet of things in waste management: A systematic review. **Waste Management**, v. 113, p. 443-457, 2020.

[15] SOUZA, M. A. L. A gestão de resíduos sólidos na cidade de Manaus: análise crítica e sugestões. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 92-105, 2017.

Capítulo 11

Desenvolvimento de um aplicativo móvel para inibir as lixeiras de coleta seletiva de resíduos sólidos viciadas na cidade de Manaus

Jessica Albuquerque Sampaio[4]
Gilmara Eva Nogueira dos Santos[5]
Natalia Queiroz Monteiro[6]
Vitor Bremgartner da Frota[7]
Daniel Nascimento-e-Silva[8]

Resumo: A conectividade, a tecnologia de sensor e a Internet das Coisas estão ajudando a criar um mundo mais ecológico. Acompanhamos diariamente em revistas, jornais e na internet a rápida evolução do mercado de IoT (Internet of Things). Porém, mesmo com essa velocidade de inovações tecnológicas, não podemos deixar de lado o cuidado com o meio ambiente. Pensando nisso, diversas empresas começaram a criar e investir em soluções conectadas que contribuem com a preservação ambiental. Com a promulgação da Lei 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dos quais citam que estão sujeitos a observação desta lei todos os responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos a desenvolverem ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos, assim como citado no inciso VI que adotem mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos. Em vista disso o presente trabalho tem como objetivo criar um protótipo de um aplicativo mobile, que ajude na gestão de resíduos na área urbana e periférica de Manaus, visando diminuir o número de lixeiras viciadas. O planejamento tem como base a coleta de resíduos, os principais atores nesse cenário são os cidadãos, então criar uma tecnologia que facilite a comunicação, apresentando em tempo real os caminhões de coleta de resíduos, inibindo lixeiras a céu aberto em bairros periféricos e um espaço para promover a educação ambiental deve ser prioridade, além de intensificar a usabilidade nos bairros periféricos de Manaus.

Palavras chave: Sustentabilidade. Coleta de Resíduos. Aplicativos. IoT. Tecnologia.

[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[5] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[6] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[7] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[8] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

Diante das mudanças causadas pelo desenvolvimento tecnológico cada vez mais acelerado pós pandemia COVID-19, a sociedade está se deparando com problemas ainda mais iminentes, como a degradação do meio ambiente, em detrimento a acelerada e crescente produção de resíduos, tendo como consequência um consumo intensificado e um descarte cada vez mais rápido. No intuito de responder à referida problemática o estudo tem como objetivo geral criar um protótipo de um aplicativo mobile, que poderá ser implementado por gestores públicos e empresas terceiras e ser utilizado como um canal de comunicação entre a prefeitura/empresa terceira e seus munícipes, observando os descartes ao meio ambiente, nos bairros da cidade de Manaus, Amazonas.

Os objetivos específicos foram identificar a forma de descarte de resíduos sólidos domésticos na cidade de Manaus/AM, identificar como é realizado a coleta destes resíduos pelas empresas prestadores de serviços de limpeza pública municipal da cidade de Manaus/AM, analisar o processo de logística na distribuição de rotas de empresas prestadores de serviços de coleta de resíduos da cidade de Manaus/AM, e como ela é feita. Na atual conjuntura, a sustentabilidade não se restringe somente a mais a uma visão de futuro, ou a uma camisa que temos de vestir, apenas por modismo casual. É uma outra maneira de vida que deve ser adotado por todos, pois é inaceitável, por exemplo, que o lixo urbano seja ainda negligenciado por cidadãos ou apenas um problema de âmbito municipal.

A falta de educação ambiental e ações de preservação, sejam responsáveis por pequenos atos que poderiam, em muito, auxiliar na sustentabilidade e preservação, melhoria de vida e novos hábitos no cotidiano da vida humana, como a coleta seletiva doméstica e a participação ativa das escolas e comunidade em geral. É preciso que o poder público auxilie e invista em tecnologia para aliviar a atividade de lixeiras viciadas nos bairros periféricos onde crianças e adultos são acometidos por muitas doenças.

O lixo espalhado nas ruas pode entupir esgotos e causar inundações em tempos chuvosos, a superfície de Manaus é recortada por cerca de mil (1.000) igarapés que compõem um conjunto hidrográfico formando grandes bacias urbanas como o Mindu e o Quarenta — que se encontram em alto estágio de contaminação — no entanto, ainda é possível encontrar algumas nascentes em estado de estes igarapés cortam a maioria dos bairros da periferia gerando mais serviço para as secretarias municipais de infraestrutura, além do dano incalculável na natureza e habitat natural dos animais que ali vivem. E quando levado pelo vento, como as sacolas plásticas, podem acumular água de chuva e contribuir para a proliferação de mosquitos, dentre os quais o aedes aegypti.

> A coleta de lixo urbana é uma das principais medidas sanitárias que ajuda a prevenir a proliferação de doenças em zonas urbanas e rurais. A presença humana em uma região é capaz de produzir um alto sortimento e volume de resíduos, que precisam ser coletados e devidamente tratados (Sobral; Sobral, p. 280, 2019).

A criação de um aplicativo trabalhando uma agenda de horários de coleta de lixo doméstico, por bairro, bastando para isso o cadastro do endereço do cidadão para receber os horários atualizados ou mudanças nos horários por falta de caminhão, pessoal ou feriados nacionais sem expediente de trabalho, por exemplo, evitando assim que o lixo

fique por muito tempo exposto na rua e que sejam violados por animais destaca-se como sendo de grande valia.

Estudos demonstram que, como regra geral aproximada, a quantidade de resíduos sólidos domésticos gerada por habitante é maior nas cidades maiores, e também nas regiões e países mais desenvolvidos. Isso se deve, entre outros fatores, à maior circulação de mercadorias ao maior consumo de embalagens descartáveis e à rápida obsolescência de objetos e equipamentos. Influenciam nesta alta geração de resíduos: as necessidades artificiais geradas pelos ciclos dos modismos; o avanço e a obsolescência cada vez mais rápidos das novidades tecnológicas, a poluição de informação que gera necessidade de embalagens cada vez maiores e mais chamativas para os produtos de consumo; e o estilo de vida que tem como base o consumo de alimentos super. processados. O aplicativo também deverá permitir a denúncia de lixeiras viciadas. Assim, a prefeitura e empresa prestadora de serviços de coleta de resíduos teria um mapa atualizado de possíveis pendencias de mais monitoramento onde passariam nas devidas localidades e realizariam a coleta desses materiais. Esta medida poderia impactar significativamente na saúde e bem-estar economia daqueles que trabalham com reciclagem gerando uma maior renda, pois muito material reciclável deixaria de ir para o aterro sanitário, o que aumentaria o número de empregados nesse segmento e a vida útil do aterro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O governo federal tem apresentado leis e normas que orientam os governos estaduais e municipais no que tange à sustentabilidade, como a Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e “que dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos” (Brasil, 2010a). Não se pode restringir somente em realizar eventos esporádicos sobre sustentabilidade, coleta seletiva e proteção ao meio ambiente, é preciso criar uma cultura, um estilo de vida mais sustentável. A falta de comunicação entre prefeituras e munícipes sobre a importância da coleta seletiva, separação de resíduos sólidos e educação ambiental é evidente quando se tem um número elevado de materiais recicláveis sendo encaminhados para os aterros sanitários, forçando os catadores a trabalharem em condições insalubres e perigosas, nos atuais tempos de chuvas torrenciais típicas do estado a cidade de Manaus sofre com inundações e resíduos espalhados entupindo bueiros e obstruindo passagens, além de grandes desmoronamentos de terras consequências de descartes indevidos pelos próprios moradores do local, como aconteceu em 2023 na cidade.

Sem a participação da população todo o planejamento relacionado a educação ambiental, coleta de resíduos nos bairros e sustentabilidade será fadada ao fracasso, pois entendemos que os maus hábitos e falta de conhecimento e estrutura adequada para implantação de todo e qualquer projeto tende a sofrer processos em que a população precisa de tempo para se adaptar as novas ideias. Deste modo, este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta tecnológica para a criação de um aplicativo móvel, que possa ser implantada pelas prefeituras/ empresas para se aproximar dos munícipes e auxiliar os assuntos relacionados às questões de resíduos sólidos domésticos e educação ambiental, pois as famílias estão consumindo mais e estão mais conectadas à internet (IBGE, 2021).

De 2019 para 2021, no total de domicílios do País, o percentual daqueles em que o serviço de rede móvel celular funcionava, para Internet ou para telefonia, passou de

90,4% para 90,8%, no total; de 93,7% para 94,0%, em área urbana; e de 69,1% para 69,5%, em área rural. Ainda que venha crescendo em todos os grupos etários, o crescimento foi mais acelerado nas idades mais elevadas, o que pode ter sido propiciado pela evolução nas facilidades para o uso dessa tecnologia e na sua disseminação no cotidiano da sociedade. Neste sentido, o aumento do percentual de pessoas que utilizaram a Internet, entre 2019 e 2021, foi maior nos grupos etários de 50 a 59 anos e de 60 anos ou mais de idade (aumento de 8,9% e 12,7%, respectivamente).

A criação de um aplicativo para celular se apresenta como uma ferramenta intensificadora para auxiliar na educação ambiental e novos hábitos da população para uma vida mais sustentável, o que é uma obrigatoriedade como está disposto em lei, ou seja, é necessário que se tenha "[...] programas e ações de educação ambiental que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos sólidos [...]" (Decreto 7.404, 2010).

O fato que se pode ressaltar que "a geração que nasceu na última década do século XX não conheceu um mundo sem telefone celular; é uma geração que cresceu ouvindo falar da internet e utilizando-a para as mais diferentes finalidades, desde jogos on-line a redes sociais" (Munhoz, 2016, p. 38), assim, a ausência dessas tecnologias no ambiente de aprendizado resulta no desinteresse do aluno no processo de aprendizado já que é interativo e para o meio comum e logo a sociedade está inserida nesse contexto. Desta forma, o desinteresse sobre o tema, seja ele Educação Ambiental ou qualquer outra forma de implementação, carece da inserção da tecnologia de forma lúdica e interativa, sendo essa necessidade percebida ao decorrer da última década.

Já segundo a Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública (ABLP), apenas 40% do lixo domiciliar separado pela população é coletado seletivamente pelos serviços de coleta pública, e, desse montante, apenas 30% a 40% são encaminhados a aterros sanitários adequados. Ainda de acordo com os dados da ABLP, os volumes dos resíduos descartados enviados para as indústrias de transformação alcançam índice de menos de 2% de materiais reciclados, conforme os dados recolhidos nos anos de 2008/2009, e, como os planos de resíduos sólidos ainda estão em fase de desenvolvimento, a mudança desse cenário tende a ser continua e gradativa, mas de forma lenta (Barbosa; Ibrahin, 2014).

Ter acesso a agenda ou horário específico da coleta de lixo pode afetar significativamente a manutenção em várias áreas de uma cidade. Quando o cidadão coloca seu lixo doméstico para a coleta é interessante saber que a coleta daquele lixo doméstico foi depositado no dia correto, pois se acontece o contrário podem ser extraviados por animais soltos como os cães e gatos, animais muitos numerosos em áreas periféricas em Manaus. "Os cães, pelo fato de muitos destes serem abandonados e buscarem no lixo o único alimento disponível, espalham resíduos na rua" assim como podemos ressaltar que produzimos mais lixo do que reciclamos um problema global que deve ser resolvido o quanto antes (Hinrichs; Kleinbach, 2014). E com isso o lixo pode ser espalhado pela cidade, ou local já viciado por lixeira a céu aberto causando outros problemas que afetarão ainda mais a população (doenças, mal cheiro, poluição do meio ambiente) e a manutenção e limpeza do local.

A Lei nº 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos e os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Diz a lei, em seu artigo 4º que

> A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações

> adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. (Brasil, 2010a).

A Lei nº 9.795/1999 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à educação ambiental. A educação ambiental visa desenvolver uma filosofia de ética, moral e respeito à natureza e aos homens. É uma importante ferramenta que mobiliza a comunidade para mudanças de hábitos. Diz a lei que

> Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.
>
> Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, 1999).

Já o Decreto nº 7.404/2010 regulamentou a Lei no 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Esse instrumento jurídico preceitua que

> Art. 40. O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos e a logística reversa priorizarão a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda.
>
> Art. 41. Os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos definirão programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (Brasil, 2010b).

3. MÉTODO UTILIZADO

Este estudo se baseia em uma pesquisa exploratória, mediante a análise de dados qualitativos focando no estudo das leis e decretos que fundamentam as principais ações que estabelecem normas e regras relacionadas à sustentabilidade, educação ambiental e coleta de resíduos sólidos a serem implantadas nos municípios. A pesquisa apresenta um protótipo para a construção de um aplicativo mobile que reúne as principais ações para manter um diálogo entre prefeitura e seus munícipes. Para isso deve-se observar que o público alvo deste aplicativo são; donas de casas, idosos, trabalhadores informais, escolas, empreendimentos, moradores em geral do bairro, sendo assim, podemos ressaltar que a usabilidade deve ser simples e de fácil manejo, para que qualquer faixa etária consiga

manejar sem nenhuma dificuldade. Nas figuras 1 e 2 podemos observar o desenvolvimento da usabilidade e telas do aplicativo mobile, e suas funções.

Figura 1. Desenvolvimento da usabilidade.

Figura 2. Desenvolvimento da usabilidade do aplicativo das principais abas

Fonte: imagens desenvolvidas e capturadas pelos autores.

3.1. USO DO APLICATIVO

O aplicativo poderá ser disponibilizado para download nas plataformas Android e IOS. O usuário poderá utilizar o aplicativo (app) efetuando um cadastro simples de fácil usabilidade para acessar as seções relacionadas à educação ambiental, ao mapa de agenda de coleta do município e a denúncias de lixeiras viciadas em vias públicas da cidade de Manaus. Para ter acesso a todas as funcionalidades, o usuário deverá realizar o cadastro e informar qual seu bairro, um e-mail e contato de telefone. Com isso, visualizará a agenda

de coleta de resíduos de sua localidade bem como dias de funcionamento e horários específicos, e terá ainda funcionalidades relacionadas à educação ambiental e denúncias.

3.2. PRINCIPAIS FUNÇÕES DO APLICATIVO

O usuário, depois de instalado o aplicativo em seu smartphone, terá acesso à tela principal, como mostra a Figura 3, onde poderá abrir a seção para visualizar o mapa de coleta de resíduos de seu bairro, dias e horários e tipos de coleta. Terá acesso também às seções de educação ambiental e acesso onde poderá realizar denúncias de lixeira a céu aberto registrando com fotografias. Nesta, o usuário poderá acessar vários artigos e vídeos instrutivos sobre sustentabilidade, meio ambiente, coleta seletiva, dentre outros temas pertinentes ao bem-estar comum.

Figura 3: Tela principal e de cadastro de usuários

Fonte: desenvolvidas e capturadas pelos autores.

Na segunda tela, apresentada pela Figura 4, o usuário poderá visualizar onde está o caminhão que realiza a coleta para que possa depositar o lixo que terá como destino o aterro da cidade.

Figura 4: Telas de localização, horários e educação ambiental

Fonte: desenvolvidas e capturadas pelos autores.

Quando cadastrado, o usuário receberá informações referentes às coletas do seu bairro, se houver mudanças, por motivos de manutenção de caminhões ou recesso referente a feriados nacionais por exemplo, poderá se orientar para depositar seu lixo no dia correto. Também poderá visualizar a agenda de coleta do município em outros bairros de seu interesse. O usuário poderá cadastrar denúncias referente a descartes indevidos de resíduos sólidos próximo de sua residência figura 5.

Figura 5: Telas de denúncia e localização de lixeiras Viciadas

Fonte: desenvolvidas e capturadas pelos autores.

A empresa administradora do serviço manterá atualizado no aplicativo o mapa de localização do caminhão da coleta na localidade, e incentivará a ampliação dos pontos criando outras categorias. A seção destinada à educação ambiental Figura 4 deverá ser mantida e atualizada pela empresa, que poderá criar mecanismos de cooperação com as escolas e instituições além da comunidade para gerar conteúdo destinado a educar a população sobre sustentabilidade e meio ambiente, assim como, projetos implantados

sobre sustentabilidade e educação ambiental. Os temas poderão ser diversos como compostagem, separação dos recicláveis e hábitos sustentáveis. A prefeitura recebe as postagens e faz uma seleção para disponibilizá-las no aplicativo, bem como poderá criar concursos e processos seletivos para geração de conteúdo.

3.3. IMPLANTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO

O projeto contendo o aplicativo, o código-fonte e a documentação associada ficarão disponível no acervo de Softwares do Governo Federal, mantido pelo "Portal do Software Público Brasileiro do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão" (Software Público, 2019). O Software Público Brasileiro é um tipo específico de software livre que atende às necessidades de modernização da administração pública de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e é compartilhado sem ônus no Portal do Software Público Brasileiro, resultando na economia de recursos públicos e constituindo um recurso benéfico para a administração pública e para a sociedade (Software Público, 2019).

Parcerias com entidades públicas e privadas, cujo ramo de atividades esteja relacionado com sustentabilidade, coleta seletiva e meio ambiente, como o Instituto de educação Ambiental ou pesquisas, também poderão utilizar o projeto do aplicativo e ou incentivar seu uso por gestores, que buscam novas técnicas ou ferramentas para otimizar a coleta eficaz em seus municípios. Diante de índices de progressos tão modestos, a implantação de instrumentos de gestão ambiental é essencial para as melhorias desses resultados, em que diferenciar os materiais reprovei- estáveis (resíduos) daqueles sem possibilidades de reutilização (rejeitos) é o primeiro passo para alcançar essas metas.

4. CONCLUSÃO

Criar uma cultura de coleta de resíduos sólidos eficaz em um município, vai muito além de alguns trabalhos esporádicos de conscientização. Vale lembrar que o Governo Federal já estabeleceu normas e diretrizes que apresentam, inclusive, os responsáveis à observância dessas leis como está previsto na Lei 12.305 em seu Art. 1º parágrafo 1º "Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. " E também como é apresentado no Decreto no 7.404 em seu Art. 7º: "O Poder Público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos". No final a responsabilidade de criar uma cultura mais sustentável aplicar coleta de resíduos domésticos nos bairros periféricos de Manaus requer objetividade e acima de tudo intensidade, desenvolver políticas públicas e planejamento urbano ficará a cargo do poder público como está previsto em lei.

Como esta pesquisa apresenta um protótipo que poderá ser implementado por qualquer gestor público que queira utilizar um aplicativo como ferramenta de comunicação entre a prefeitura e seus cidadãos. A ideia é que o aplicativo seja desenvolvido de acordo com a estrutura que a cidade oferece, tais como ruas devidamente pavimentadas para o fácil acesso do caminhão coletor, tratando também das especificidades do local e que possa ser disponibilizado em plataforma pública para que possa ser utilizado por outros gestores. Apresenta-se neste protótipo alguns

direcionamentos para sua implementação que também possa suprir as exigências previstas em Lei.

REFERÊNCIAS

[1] AGUASPARANÁ. **Programa reciclo**: sistema integrado de coleta seletiva. Curitiba: Aguasparaná, 2017.

[2] BARBOSA, R. P.; IBRAHIN, F. I. D. **Resíduos sólidos:** impactos, manejo e gestão ambiental. São Paulo: Saraiva, 2014.

[3] BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Brasília: Senado, 2010b.

[4] BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos**. Brasília: Senado, 2010a.

[5] BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental.** Brasília: Senado, 1999.

[6] FRAGA, S. C. L. Reciclagem de materiais plásticos: aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais. São Paulo: Érica, 2014.

[7] HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2014.

[8] IBGE. **Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal**: 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

[9] IBGE. **Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal**: 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

[10] MUNHOZ, A. S. **Tecnologia educacionais**. São Paulo: Saraiva, 2016.

[11] PINSKY, V.; KRUGLIANSKAS, I. Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. **Estudos avançados**, v. 31, p. 107-126, 2017.

[12] SOBRAL, M, F. F.; SOBRAL, A. I. G. P. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 24, n. 3, p. 1075-1082, 2019.

[13] SOFTWARE PÚBLICO. **Portal do software público brasileiro.** Brasília: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2019.

[14] VIEIRA, P. C.; SILVEIRA, J. L. G.; RODRIGUES, F. F. Percepção e hábitos relacionados ao lixo doméstico entre moradores da comunidade do Coripós, **Revista de APS**, v. 15, n. 1, p. 82-91, 2012.

[15] WIRTH, I. G.; OLIVEIRA, C. B. **A política nacional de resíduos sólidos e os modelos de gestão** - catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional. Brasília: Ipea, 2016.

[16] ZABOT, D.; MATOS, E. S. **Aplicativos com bootstrap e angular: como desenvolver apps responsivos**. São Paulo: Saraiva, 2020.

Capítulo 12

Proposta de rastreador solar monitorado a distância: aplicações didáticas experimentais no Ensino Médio

Daniellen Cristina dos Reis Barbosa Carbajal[1]
Kamila Dessimoni Victória[2]
Vitor Bremgartner da Frota[3]
Daniel Nascimento-e-Silva[4]

Resumo: A utilização de fontes de energia renováveis passou a ser uma necessidade da atualidade, principalmente para diminuir os impactos ambientais gerados pelas outras fontes de energia. Nesse contexto, a energia fotovoltaica destaca-se por ser uma solução cujo balanço de vantagens e desvantagens é bem favorável. Para a realização da melhor otimização da captação da energia solar, estão sendo cada vez mais utilizados os rastreadores solares. Com o objetivo de desenvolver uma proposta de rastreador solar controlado por um microcontrolador ESP 32, que proporciona a movimentação de placas fotovoltaicas em relação as posições do Sol ao longo do dia através de um sistema eletromecânico, será realizada a montagem de um sistema microcontrolador ESP 32 eletromecânico juntamente com os alunos de uma escola do ensino médio afim de comparar os dados desse sistema com o de modo convencional.

Palavras-chave: Rastreador solar. Rastreamento monitorado. Monitoramento à distância. Aplicações didáticas.

[1] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[2] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

O Sol é uma fonte de energia, que há vários anos está sendo utilizado pela humanidade como fonte de calor, porém hoje é usado também na produção de energia elétrica, a partir da energia solar. Essa energia é renovável e é obtida pela luz solar, transformando-a em energia térmica ou energia elétrica. A obtenção de energia elétrica é captada diretamente pelos painéis solares fotovoltaicos. Esse tipo de sistema, transforma a energia solar em elétrica (Barzotto et al, 2019). A utilização das fontes de energia renováveis passou a ser uma necessidade da atualidade, principalmente para diminuir os impactos ambientais gerados pelas outras fontes de energia. Essa busca constante por novas alternativas tecnológico que possam atender as necessidades globais dos pesquisadores têm desencadeado um árduo processo de desenvolvimento tecnológico em todo o mundo para o uso de recursos renováveis. Nesse contexto, a energia fotovoltaica destaca-se por ser uma solução cujo balanço de vantagens e desvantagens é bem favorável.

Para a realização da melhor otimização da captação da energia solar, estão sendo cada vez mais utilizados os rastreadores solares. Segundo o estudo de Coriolano e Souza (2020), esse sistema é formado por materiais mecânicos e elétricos que tem como objetivo posicionar os painéis perpendicularmente aos raios solares incidente. Logo, esses painéis são movimentados de acordo com o movimento do sol, o que resulta em um melhor aproveitamento de energia solar. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma proposta de rastreador solar controlado por um microcontrolador ESP 32, que proporciona a movimentação de placas fotovoltaicas em relação as posições do Sol ao longo do dia através de um sistema eletromecânico, de forma didática e interativa juntamente com os alunos de uma escola do ensino médio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Quando se utiliza o recurso do rastreador solar, a potência máxima acontece desde o início da manhã e é preservada até o final da tarde, ajudando a evitar o desperdício de energia. Como resultado, diante de vários avanços tecnológicos na área e serviços de mecânica e eletrônica, as preocupações dos clientes com a manutenção desse tipo de equipamento foram reduzidas e o processo passou a ser mais otimizado.

Estudos realizados por Prado (2015) mostram que há 2 tipos de rastreadores com relação ao seu eixo. Primeiramente o passivo, que não utiliza de nenhum controle eletrônico, ou seja, sua movimentação ocorre por conta da radiação solar que incide sobre o mecanismo que possui em cada extremidade placa. Já os rastreadores ativos detêm de um sistema eletrônico que controla a posição da placa solar em função da leitura de sensores.

O ESP32 é um microcontrolador com interfaces de comunicação utilizado em diversos projetos de Internet das Coisas IoT devido a sua simplicidade e versatilidade. Aliado a outros componentes, pode ser usado para implementar um sistema de controle de acesso de baixo custo e fácil implementação. No trabalho feito por Silva (2021), o microcontrolador ESP 32 pode ser incorporado por um chip transmissão sem fio, através de ondas de rádio, representadas por protocolos Bluetooth e Wi-Fi. Ele tem como característica velocidade de processamento, acessibilidade e conectividade, principalmente da sua conexão via Wi-Fi. (Kolban, 2017).

3. MÉTODOS PROPOSTOS

O estudo será realizado no Campus Manaus Distrito Industrial (CMDI), do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), juntamente com alguns alunos do ensino médio, que auxiliarão na montagem do sistema de energia solar que será monitorado a distância por meio do wifi. Será escolhido o dispositivo ESP 32, por ser um microcontrolador que detém de características buscadas nesse estudo. Primeiramente será feita a aquisição dos materiais que serão utilizados nesse estudo, que são: um painel solar de 12 V, um sensor ESP 32, um conversor e uma bateria. Após isso, será realizado a montagem do sistema e por conseguinte, o posicionamento do painel perpendicularmente ao sol. Esse ficará acompanhando o movimento do sol ao longo do dia enquanto os dados serão armazenados no banco de dados e ao final, esses serão comparados ao sistema convencional de energia solar.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi argumentado desde a introdução deste trabalho as pretensões de projetar, construir e analisar um protótipo de seguidor solar que fosse compacto, acessível financeiramente e, principalmente, que fosse eficiente no quesito de captação da luminosidade proveniente da irradiação solar. Espera-se que através dessa pesquisa o sistema demonstre maior eficiência de aproveitamento da energia solar do que pelo sistema convencional. Sendo assim, o projeto utilizará a abordagem de rastreamento baseada em sensores, sendo ele um rastreador desenvolvido com características simples e versáteis.

REFERÊNCIAS

[1] BARZOTTO, L. R. et al. Desenvolvimento de um protótipo de rastreador solar de baixo custo utilizando a plataforma arduino. In: **IV Simpósio Paranaense de Modelagem, Simulação e Controle e Controle de Processos, SIMPROC4**, Curitiba, p. 173-180, 14 e 15 de março de 2019.

[2] CORIOLANO, D. L; SOUZA, T. S. Rastreador solar controlado por arduino. **Anais da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)**, v. 2, n. 1, p. 606-609, 2020.

[3] KOLBAN, N. **Kolban's book on esp32**. [s.l.]: Leanpub, 2017.

[4] PRADO, G. O. et al. Estado da arte em mecanismos de rastreamento solar. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 8333-8340, 2015.

[5] SILVA, P. V. A. **Interface de rede para monitoramento em tempo real aplicado em uma placa solar**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação). Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2021.

Capítulo 13

Software como contribuição para a conscientização do Bioma Amazônico

Mariana Silva da Cunha[1]
Jhiemelle Amanda da Silva Rocha[2]
Vitor Bremgartner da Frota[3]
Daniel Nascimento-e-Silva[4]

Resumo: A utilização de tecnologias para contribuir com as funcionalidades recorrentes do dia a dia, se tornou de grande importância na disseminação de informações. No entanto, o conhecimento acerca do bioma amazônico é pouco difundido na população, bem como as problemáticas ambientais relacionadas. Portanto, essa proposta objetiva utilizar uma interface de programação de aplicações (API's) como ferramenta para a educação ambiental. A metodologia será realizada por etapas por meio de entrevistas individuais, ou em grupos, para aprimoramento do recurso já existente a fim de suprir as principais necessidades do público alvo. Espera-se com esse estudo, ampliar as possibilidades de conhecimento regional por meio de aplicações tecnológicas que contribuam com a comunidade em geral.

Palavras-chaves: Software ambiental. Consciência ambiental. Bioma amazônico. Tecnlogia ambiental.

[1] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Meio Ambiente e Suas Tecnologias
[2] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-graduação Lato Sensu em Meio Ambiente e Suas Tecnologias
[3] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias
[4] Instituto Federal do Amazonas de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Distrito Industrial. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e suas Tecnologias

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia se destaca em muitos aspectos, incluindo as possibilidades benéficas ao homem, principalmente quanto aos recursos naturais. Mediante isso, é importante o acesso a informações, visto que o conhecimento influencia na preservação e nas ações que possuem efeito no meio ambiente. "Mas é preciso entender, também, os cenários todos que a envolvem e deles tirar lições e propor ações." (Marcovitch, 2022, p. 4). As tecnologias, por sua vez, desempenham um papel cada vez mais presente em questões voltadas para a sustentabilidade. Com isso, vê-se nesse ponto, a necessidade do desenvolvimento de um software que visa ampliar o conhecimento a respeito da biodiversidade amazônica com intuito de aproximar, bem como sensibilizar a população. Portanto, essa pesquisa foca em usar a internet das coisas, games e data science como ferramenta para conscientização do bioma amazônico.

Diante dos problemas ambientais, um fator que permanece em evidência é a importância da transmissão de conhecimento acerca dos biomas, com foco na preservação. Logo, são multiplataformas digitais que se apresentam como a principal responsável pela divulgação e ensino dessas temáticas, a ponto de garantir dados atualizados em consonância com a praticidade e eficiência da internet, segundo a qual permite economia de tempo e recursos financeiros enquanto obtém resultados satisfatórios relacionados à sustentabilidade (Battistelle, 2021). Portanto, buscou-se reunir dados/informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: Como a união de jogos educativos, internet das coisas e data science podem influenciar na conscientização do bioma amazônico?

O objetivo da pesquisa visa utilizar uma interface de programação de aplicações (API's) como ferramenta para a educação ambiental. Isso porque, à medida que as pessoas se aproximam de problemáticas sobre o meio ambiente, existe a possibilidade de ser desenvolvido um olhar critico e mais ainda, um interesse em conhecer e preservar a Amazônia. Um dos passos a ser realizado para alcançar o objetivo geral da pesquisa é aplicar o software para diferentes públicos. Depois transmitir conhecimentos sobre a fauna e a flora da Amazônia por meio da multiplataforma. E por fim, o terceiro dos objetivos específicos da pesquisa é mostrar a importância do bioma amazônico para a sociedade. O pressuposto básico da pesquisa é que a população consiga se sensibilizar para com o meio ambiente visando a preservação do bioma amazônico. Destacando a importância da tecnologia para o desenvolvimento da educação ambiental. Dessa forma, justifica-se a aplicabilidade da multiplataforma como ferramenta para estudantes e pesquisadores tal como, uma contribuição para a comunidade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A biodiversidade amazônica é um patrimônio rico e pouco conhecido, onde diferentes vertentes a exploram ou a destroem, mesmo que indiretamente, por isso alternativas viáveis e sustentáveis que façam uso de recursos avançados, como a tecnologia, são uma ótima forma de cuidar desse bem e ainda seguir os avanços da atualidade. É possível afirmar que esse pensamento é um grande passo para moldar cada vez mais projetos inovadores relacionados (Rodrigues, 2020). Para Jesus (2017), a utilização de tecnologia propiciou vantagens para o seu estudo com abelhas. É evidente que podem ocorrer falhas, mas é possível ter um bom resultado e melhorar o conhecimento com monitoramentos antes inalcançáveis. Um dos benefícios desses tipos

de projetos é a acessibilidade e o baixo custo, podendo ser até mesmo ampliados a outros tipos de empregabilidade, dependendo do caso.

O foco central das novas tecnologias deve ser levando em conta os problemas ambientais, sendo interessante inserir a internet das coisas diante de tal cenário. "As tecnologias digitais são um ativo importante no desenvolvimento de mecanismos para o enfrentamento dos desafios relacionados à preservação do meio ambiente e ao combate às mudanças climáticas" (Manifesto, 2021, p. 8). O autor mostra que a tecnologia e o ecossistema constituem uma união importante no processo, caracterizados pelo papel facilitador de um e pela potencialidade do outro, em que o ensino intermedia ações de conscientização e aprendizagem em decorrência de projetos integrados com sistemas digitais. É importante então frisar, que muitas das atividades e ações necessárias antigamente sofreram grandes mudanças com o tempo, incorporados em diferentes processos o qual foram automatizados visando a qualidade e a melhora de efeitos negativos. (Silva, 2021).

Embora a Amazônia seja de grande importância em escala global, os cuidados e ações preventivas precisam ser presentes e inovadoras, com isso, torna importante aderir a métodos científicos para conseguir ajudar na transmissão de informações e disseminar mais conhecimentos a respeito desse bem tão abundante que, vale ressaltar, não é de fácil acesso, sendo "[...] uma região que precisa ser mais bem conhecida, sem mitos, para que suas riquezas naturais possam ser transformadas em benefício para a sociedade" (Pérez, 2005, p. 7). As tecnologias da informação e comunicação começaram a desempenhar importantes funções com esse intuito, como é o caso da internet das coisas.

A IoT caracteriza a necessidade de estar cada vez mais conectado à tecnologia, com o intuito de facilitar e melhorar práticas cotidianas. É um grande impulso para alavancar efeitos significativos na utilização da internet, principalmente relacionado aos negócios e à economia (Sinclair, 2018). Sendo de grande importância também para causas que beneficiem o meio ambiente e amplie o conhecimento sobre este, tal como sua conscientização e preservação. Como bem assegura Rodrigues (2020), a IoT pode ser empregada em ações que contribuem para o uso sustentável de recursos. Nesse contexto fica claro que a internet é um grande facilitador, tanto para a indústria quanto para a natureza. É importante ressaltar que essa tecnologia está em ascensão e nesse sentido pode propiciar muitos outros projetos que visam a sustentabilidade.

Conforme explicado acima, para muitas questões ambientais é muito vantajoso o emprego da internet das coisas para alavancar a comunicação, principalmente buscando a ideia de sensibilização. Nessa perspectiva, propostas que se atribuem um alto benefício ecológico são muito atrativas, sendo preciso despertar cada vez mais a atenção para a utilização desse facilitador digital a fim de propor soluções viáveis e eficientes. De acordo com Barlate (2018, p. 29):

> A tendência é a obtenção de tecnologias que visem não só auxiliar e melhorar a qualidade de vida das pessoas, mas também que possam impactar menos no ambiente, seja com dispositivos de comunicação, clouds e sensores que consumam menos energia, finalizando com a proposição de uma IoT verde. Essas soluções virão ao encontro das necessidades de sustentabilidade e preservação do meio ambiente, sendo vistas como a tecnologia em benefício da vida.

Fica evidente, que a internet das coisas é um conceito vigente capaz de propor aplicabilidades para os mais diversos tipos de setores, inclusive os mais carentes de atenção, como o ambiental. E mais ainda, mostra que a tecnologia pode ser empregada para os intuitos sustentáveis também. Saber utilizar de tal conhecimento é a melhor ferramenta para proteger os recursos e se ter um ambiente cada vez mais ecológico e inovador.

Diversos estudos têm sido realizados com esse intuito. O trabalho de Junior et. al (2017) descreve um software onde uni jogos educativos para diferentes gêneros com intuito de conscientizar a população, catalogação de espécies não estudadas no bioma da caatinga, visto que, é uma área menos conhecida do Brasil e os usuários podem fazer denúncias e anexar documentos que serão enviadas às autoridades. E isso só é possível devido aos conceitos da internet das coisas com a união da data science para coleta e análise dos dados oriundos dos dispositivos dos usuários, do banco de dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) e de ONGs da caatinga.

Cunha et. al (2022) expõe que a união entre a tecnologia avançada e preservação é viável e prova ainda que a IoT está inserida em uma nova era do desenvolvimento sustentável. Isso porque, com a tecnologia envolvida pode ser mais eficiente para a preservação ambiental. O autor deixa claro em sua pesquisa, que é possível existir a interconexão entre sensores infravermelhos e drones, com a internet para monitorar dados sobre as árvores e assim combater o desmatamento ilegal, auxiliando dessa maneira a proteção ambiental. Pois, com a tecnologia envolvida pode ser mais eficiente para a preservação ambiental, conforme citado acima. E o autor deixa claro em sua pesquisa, que é possível existir a interconexão entre sensores infravermelhos e drones, com a internet para monitorar dados sobres as árvores e assim combater o desmatamento ilegal, auxiliando dessa maneira a proteção ambiental.

Pois, com a tecnologia envolvida pode ser mais eficiente para a preservação ambiental, conforme citado acima. E o autor deixa claro em sua pesquisa, que é possível existir a interconexão entre sensores infravermelhos e drones, com a internet para monitorar dados sobres as árvores e assim combater o desmatamento ilegal, auxiliando dessa maneira a proteção ambiental. Assim, a internet das coisas se torna eficiente a um ambiente, visto que é possível monitorar esses dispositivos se estiverem conectados. De acordo com Carvalho et. al (2020, p. 28):

Hoje em dia pode-se citar inúmeros exemplos de dispositivos que fazem o uso da internet das coisas como sensores de temperatura que podem transmitir valores de um local para um centro de informações site/aplicação de IoT, e assim esta central pode ser acessada remotamente na internet por alguém responsável que irá verificar esses valores sem precisar estar no local presencialmente. Existem inúmeros trabalhos com tais dispositivos, contudo, há poucos que mostram a união entre os conceitos de IoT e a preservação ambiental como afirma Bastille et. al (2021). Sendo a união desses elementos essenciais para diminuir os impactos ambientais, seja qual for o ambiente.

Dessa forma, Maracajá e Oliveira (2020) afirmam que a internet das coisas está inserida em uma quarta revolução, e isso se insere a uma gama de outras tecnologias beneficiando várias áreas, inclusive a ambiental. Os autores ressaltam ainda que "novas tecnologias ajudarão a potencializar o uso de recursos naturais e diminuir os impactos negativos para o meio ambiente." (p 7, 2020). Pode-se dizer que, a IoT e o meio ambiente devem andar juntos, para que dessa forma a sociedade possa preservar e conservar as

áreas naturais de forma mais eficiente. E isso é possível, com a presença da educação ambiental visto que tornará o cidadão crítico e preocupado com questões relacionadas, além de poder propor alternativas. Com isso, pode-se observar que se a tecnologia for usada de forma correta, poderá ser de grande ajuda nesse contexto. Julgando necessário ressaltar, segundo Medeiros (2019, p 23), que a "Educação Ambiental deve resultar em habilidades práticas, por intermédio de conhecimento orientado, valores éticos, de modo que o indivíduo e a coletividade possam ser capazes de atuarem de maneira eficaz na resolução de problemas".

Podemos perceber conforme citado acima, que as tecnologias e conceitos da EA podem contribuir significativamente para as questões ambientais vigentes, propiciando um bem-estar coletivo para todos, tanto na questão ambiental como social e econômica, devido às várias vantagens que IoT e a EA podem contribuir para a conservação e a diminuição da exploração da natureza. O conceito ambiental deve resultar em habilidades práticas, e como foi visto, a internet das coisas tem essas ações práticas que auxiliam nessas questões de modo eficaz e eficiente se aplicado corretamente.

3. MÉTODOS PROPOSTOS

De acordo com Silveira e Córdova (2009) a pesquisa é uma atividade central da ciência, um processo, um resultado, com foco em trazer soluções ao problema. Nessa perspectiva, um projeto desta natureza, o qual a aplicação é para diferentes perfis e objetiva a conscientização e conhecimento acerca do bioma amazônico, faz necessário uma observação, apoiada em um embasamento teórico e nas necessidades apontadas pelos públicos (Junior et.al, 2017). Dessa forma a abordagem da pesquisa será qualitativa, dado o seu caráter interpretativo. O projeto desta natureza, onde a aplicação do projeto é para diferentes perfis e o objetivo é para conscientização e conhecimento do bioma amazônico, é necessário a observação, ouvir pessoas com grande conhecimento no assunto e saber as necessidades apontadas pelos publico (Junior et.al, 2017). A abordagem da pesquisa será qualitativa, dado o seu caráter interpretativo, com o sentido de estabelecer a relação entre a teoria e prática, entre a ciência pura e as técnicas aplicadas (Facca, p. 28, 2008). Em virtude do desenvolvimento do software para aplicar ao público, essa pesquisa é aplicada.

Para melhor exploração desta proposta, observou-se que é de caráter exploratório-descritivo, pois serão analisadas as principais observações para o desenvolvimento do software, sendo ele já existente como "cantiga digital", mas o mesmo será modificado para o bioma amazônico. Portanto, classifica-se como exploratório pois, proporciona uma aproximação ao problema para torná-lo mais detalhado (Gerhardt; Silveira, 2009)

Como instrumento para coleta de dados, será realizado através de etapas, a primeira será ouvir e se dará por meio de entrevistas individuais e em grupo. Para as entrevistas individuais, serão usados questionários com perguntas abertas e fechadas enviadas via google forms a fim de conhecer as necessidades do público-alvo, os quais serão: especialistas sobre o bioma, estudantes de ensino fundamental e pós-graduandos em meio ambiente.

A segunda etapa é a análise dos dados coletados para o desenvolvimento e aprimoramento do aplicativo, uma vez que o intuito é o aprimoramento de uma ferramenta já existente, a qual proporcionará a conscientização da população de uma forma lúdica por meio de jogos, registros de denúncias, catalogação de espécies e noticias

ambientais e estatísticas sobre o IBGE, ONGs e pesquisadores. Os dados referente aos resultados de jogos, envio das denúncias e envio de fotos de espécies serão armazenados na web e isso só será possível devido a internet das coisas, onde ocorrerá a captura das informações dos dispositivos dos usuários quando conectados a uma rede internet e a data science integrará as informações por meio de dados estatísticos. Por fim, ocorrerá a aplicação ao público alvo, com o protótipo, para saber se esse mecanismo supriu as necessidades levantadas.

A etapa da análise dos dados “é entender os dados, identificar padrões, definir oportunidades e criar soluções " (Junior et al., p.717, 2017), para isso buscaremos interpretar as entrevistas em busca de padrões para torná-las em dados. E assim, selecionará os principais resultados, e depois, será realizado através de brainstorm as possíveis soluções para adicionarmos no aplicativo "Amazônia digital". Com essas etapas metodológicas, tem-se como objetivo o aprimoramento do recurso, para que assim possa ser um suporte fácil e divertido para a conscientização através de jogos, catalogação e dados sobre as espécies de fauna e flora, além de contribuir com conhecimento sobre a Amazônia, dado que vem sofrendo bastante com o desmatamento e a negligência do Estado e da própria população que não se posiciona para conhecer e preservá-la.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitará o desenvolvimento e aprimoramento de um instrumento bastante útil para uma era tecnológica, e sendo ela, bastante recorrente devido a utilização de internet das coisas com foco nas questões ambientais, um grande fator devido a grande problemática envolvendo a natureza. Sendo assim, a IoT seria um facilitador para obter dados dos dispositivos dos usuários sobre a utilização do aplicativo, tornando a disseminação do conhecimento ambiental eficiente. Portanto, unir tecnologias e meio ambiente é de grande ajuda para que a educação ambiental chegue para todos.

REFERÊNCIAS

[1] BARLATE, N.; PIGATTO, D.; HENRIQUE, L. Internet das coisas voadoras no contexto de sustentabilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Computação**, v. 37, n. 2, p. 26-30, 2018.

[2] BATTISTELLE, R. A. G. et al. Indústria 4.0 e sustentabilidade: uma aplicação da internet das coisas (iot) na proteção ambiental. *IX ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto*, Universidade Federal de Santa Catarina, FlorianópoliS, 2021.

[3] CUNHA, A. M. et al. O uso da internet das coisas no combate ao desmatamento. **Revista Científica UMC**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2022.

[4] FACCA, C. A. **O designer como pesquisador: uma abordagem metodológica da pesquisa aplicada ao design de produtos**. 2008. 215 f. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008.

[5] GARCIA, M. V. R. et al. IoT EcoHome: Internet das coisas e Sustentabilidade. **Brasil Para Todos-Revista Internacional**, v. 8, n. 1, p. 27-32, 2020.

[6] GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Plageder, 2009.

[7] JESUS, F. T. et al. **Sistema de calefação para ninhos de abelhas-sem-ferrão com controle e leitura de temperatura interna por sistema remoto**, 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

[8] CRUZ JÚNIOR, G. et al. Internet das Coisas, Games e Data Science a serviço da conscientização e preservação da Caatinga. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2017. p. 714.

[9] PÉREZ, E. L.; LEITE, A. M. C. **A biodiversidade amazônica sem mitos**. Manaus: Embrapa, 2005.

[10] MARACAJÁ, K. F. B; OLIVEIRA, B. R. S. Indústria 4.0 e sustentabilidade: um estudo de caso sobre o processo de reciclagem de paletes de uma grande empresa em Campina Grande-PB. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 21, n. 2, p. 1-22, 2020.

[11] MARCOVITCH, J. **A gestão da Amazônia**: ações empresariais, políticas públicas, estudos e propostas. São Paulo: Edusp, 2022.

[12] RODRIGUES, B. S. Biodiversidade e desenvolvimento na Amazônia. **Mundo e Desenvolvimento: Revista do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais**, v. 3, n. 4, p. 116-142, 2020.

[13] SILVA, I. **Sistemas agroflorestais no Brasil e seus efeitos econômicos e ambientais**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Centro Universitário Uniages, Tucano, 2021.

[14] SINCLAIR, B. **IoT**: como usar a" internet das coisas" para alavancar seus negócios. São Paulo:Autêntica Business, 2018.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson